

# Gesetzlichkeit bei stroboskopischen Alternativbewegungen

Inauguraldissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Naturwissenschaftlichen Fakultät  
der Johann Wolfgang Goethe-Universität  
zu Frankfurt am Main

Vorgelegt von  
FRIEDRICH HOETH  
aus Wuppertal  
Frankfurt/Main — 1965



Die Arbeit erscheint in der Reihe „Psychologische Arbeiten“ als Heft 10 im Verlag Dr. Waldemar Kramer, Frankfurt am Main.

Gedruckt mit Genehmigung der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Frankfurt am Main.

Dekan: Prof. Dr. H. Staude

Erster Berichterstatter: Prof. Dr. E. Rausch

Zweiter Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. K. Müller

Tag der mündlichen Prüfung: 16. Dezember 1965

# Inhalt.

## Einleitung.

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| § 1. Einführung in den Problembereich .....                                             | 9  |
| § 2. Stand des Problems in der Literatur; Folgerungen für weiterführende Versuche ..... | 10 |

## I. Teil: Experimentelle Bedingungen.

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| § 1. Versuchsanordnung und Apparatur .....    | 14 |
| § 2. Die Versuchsreihen .....                 | 15 |
| § 3. Versuchsausführung und Instruktion ..... | 16 |
| § 4. Auswertung .....                         | 17 |

## II. Teil: Ergebnisse.

### Kapitel 1: Die Phänomene

|                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| § 1. Beschreibungsmethode .....                                                                                               | 18 |
| § 2. Die verschiedenen anschaulichen Fassungen .....                                                                          | 19 |
| 1. Rauf-Runter-Bewegung [RR-Phänomen] .....                                                                                   | 22 |
| a) Grundform der Bewegung, b) Varianten, c) Phänomenologische Besonderheiten                                                  |    |
| 2. Pendelndes Dreieck (rechts) [PR-Phänomen] .....                                                                            | 22 |
| a) Grundform der Bewegung, b) Varianten, c) Phänomenologische Besonderheiten                                                  |    |
| 3. Pendelndes Dreieck (links) [PL-Phänomen] .....                                                                             | 26 |
| a) Grundform der Bewegung, b) Phänomenologische Varianten                                                                     |    |
| 4. Diagonalbewegung (rechts) [DiagR-Phänomen] .....                                                                           | 27 |
| a) Grundform der Bewegung, b) Phänomenologische Besonderheiten                                                                |    |
| 5. Diagonalbewegung (links) [DiagL-Phänomen] .....                                                                            | 27 |
| 6. Kreuzbewegung [Kreuzb] .....                                                                                               | 27 |
| 7. „Teilen — Zusammenschließen“ [TS-Phänomen] .....                                                                           | 28 |
| a) Grundform der Bewegung, b) Varianten und phänomenologische Besonderheiten                                                  |    |
| 8. Drehendes Dreieck (rechts) [DrR-Phänomen] .....                                                                            | 29 |
| a) Grundform der Bewegung, b) Besonderheiten der anschaulichen Genidentitätsverhältnisse, c) Phänomenologische Besonderheiten |    |
| 9. Drehendes Dreieck (links) [DrL-Phänomen] .....                                                                             | 32 |
| 10. Vertikale Bewegung der äußeren Punkte [vert <sub>a</sub> ] .....                                                          | 33 |
| 11. Vertikale Bewegung des mittleren Punktes [vert <sub>m</sub> ] .....                                                       | 34 |
| 12. Horizontale Bewegung mit Sukzession [horiz <sub>s</sub> ] .....                                                           | 34 |

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 13. Kleiner Kreislauf [kl.Krsl.] .....           | 34 |
| 14. Sukzession .....                             | 35 |
| § 3. Zur Phänomenologie des Wechsels .....       | 35 |
| § 4. Zusammenfassung und erste Folgerungen ..... | 37 |
| 1. Wichtige Aspekte der Beschreibung .....       | 37 |
| 2. Gesetzmäßigkeiten .....                       | 38 |
| 3. Die Vielfalt der Phänomene .....              | 40 |

## Kapitel 2: Quantitative Ergebnisse

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| § 1. Variabilität des Wahrnehmungsgeschehens .....                | 42 |
| § 2. Die Gewichtigkeit der verschiedenen Bewegungsfassungen ..... | 45 |
| 1. Vorbemerkungen .....                                           | 45 |
| 2. Allgemeiner Überblick über die Ergebnisse .....                | 48 |
| 3. Übereinstimmung der verschiedenen Gewichtigkeitsmaße .....     | 50 |

## III. Teil: Diskussion.

### Kapitel 1: Die verwirklichten Bewegungsfassungen

|                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| § 1. Vorbemerkungen .....                                                                                                                                                                                                                                                       | 51 |
| § 2. Zu den Ergebnissen des Grundversuchs (Versuchsreihe A <sub>01</sub> ) .....                                                                                                                                                                                                | 51 |
| 1. Variabilität des Geschehens .....                                                                                                                                                                                                                                            | 51 |
| 2. Bevorzugung bestimmter Fassungen .....                                                                                                                                                                                                                                       | 52 |
| 3. Erklärungsgesichtspunkte .....                                                                                                                                                                                                                                               | 52 |
| a) Der Faktor der Nähe, b) Prägnanter Verlauf der Bewegungsbahnen, c) Bevorzugung eines Drehsinns, d) „Umlaufbewegungen“ gegenüber „Hin- und Her-Bewegungen“, e) Erhaltung der Einheit der Lichtpunkte, f) Vorzüge der PR-Fassung, g) Nachteile des DiagR- und Kreuzb-Phänomens |    |
| § 3. Zur metrischen Variation der Lichteranordnung (in den Versuchsreihen A <sub>1</sub> , B <sub>1</sub> , C <sub>1</sub> ) .....                                                                                                                                              | 58 |
| 1. Bevorzugung bestimmter Fassungen .....                                                                                                                                                                                                                                       | 58 |
| 2. Übereinstimmungen zwischen den Ergebnissen der Versuchsreihen ..                                                                                                                                                                                                             | 58 |
| 3. Der Faktor der Nähe .....                                                                                                                                                                                                                                                    | 59 |
| 4. Zusammenfassung und Folgerungen .....                                                                                                                                                                                                                                        | 60 |
| § 4. Gesetzmäßigkeiten, die das Bewegungsgeschehen bestimmen .....                                                                                                                                                                                                              | 60 |
| § 5. Informationstheoretische Meßwerte zur Bestimmung des Ausmaßes der Gesetzlichkeit des Wahrnehmungsgeschehens .....                                                                                                                                                          | 61 |
| § 6. Die Bedeutung der synchronen akustischen Reizung .....                                                                                                                                                                                                                     | 66 |
| § 7. Die Bedeutung der Versuchswiederholung .....                                                                                                                                                                                                                               | 68 |
| 1. Wiederholte Beobachtung bei gleicher Lichteranordnung .....                                                                                                                                                                                                                  | 68 |
| 2. Wiederholte Beobachtung bei verschiedener Lichteranordnung .....                                                                                                                                                                                                             | 69 |
| 3. Folgerungen .....                                                                                                                                                                                                                                                            | 69 |

## Kapitel 2: Theoretisch mögliche Bewegungsformen

|                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| § 1. Möglichkeit der Verwendung graphentheoretischer Begriffe für die Darstellung der Bewegungsvorgänge .....                                                                                                                                                                   | 70  |
| § 2. Graphentheoretische Struktur der empirischen Bewegungsfassungen ....                                                                                                                                                                                                       | 72  |
| § 3. Folgerungen .....                                                                                                                                                                                                                                                          | 74  |
| 1. Bevorzugte Graphenstrukturen .....                                                                                                                                                                                                                                           | 74  |
| 2. Stetigkeit des Bewegungsgeschehens .....                                                                                                                                                                                                                                     | 75  |
| 3. Zeitliche Symmetrie des Geschehens .....                                                                                                                                                                                                                                     | 76  |
| 4. Prägnanz der Genidentitätsbeziehungen .....                                                                                                                                                                                                                                  | 76  |
| § 4. Grenzen der graphentheoretischen Betrachtungsweise .....                                                                                                                                                                                                                   | 81  |
| § 5. Ein kombinatorisches System zur formalen Darstellung empirischer und theoretisch möglicher Bewegungsformen .....                                                                                                                                                           | 81  |
| 1. Allgemeiner Ansatz .....                                                                                                                                                                                                                                                     | 81  |
| 2. Darstellung von Bewegungsformen durch Konstellation von Zuordnungspaaren .....                                                                                                                                                                                               | 83  |
| 3. Formale Charakterisierung der empirischen Phänomene .....                                                                                                                                                                                                                    | 84  |
| a) Zweiphasige Phänomene, b) Mehrphasige Phänomene                                                                                                                                                                                                                              |     |
| 4. Empirische gegenüber theoretisch möglichen Bewegungsphänomenen .....                                                                                                                                                                                                         | 86  |
| a) Zweiphasige Phänomene, b) Mehrphasige Phänomene                                                                                                                                                                                                                              |     |
| § 6. Anzahl der möglichen Bewegungsformen .....                                                                                                                                                                                                                                 | 100 |
| § 7. Informationstheoretische Meßwerte zur Bestimmung des Ausmaßes von Gesetzmäßigkeit des Wahrnehmungsgeschehens unter Berücksichtigung der Zahl der theoretisch möglichen Bewegungsformen .....                                                                               | 101 |
| 1. Allgemeine Vorüberlegungen .....                                                                                                                                                                                                                                             | 101 |
| 2. Redundanz auf Grund der Bevorzugung von Geschehensverläufen prägnanter graphentheoretischer Struktur .....                                                                                                                                                                   | 102 |
| 3. Redundanz des Geschehens bei Annahme der Gleichwahrscheinlichkeit aller empirisch aufgewiesenen Bewegungsverläufe .....                                                                                                                                                      | 103 |
| 4. Redundanz unter Berücksichtigung der verschiedenen Wichtigkeit der empirischen Fassungen .....                                                                                                                                                                               | 104 |
| 5. Interpretation der informationstheoretischen Meßwerte .....                                                                                                                                                                                                                  | 106 |
| § 8. Zur Gültigkeit der Befunde und Deutungen .....                                                                                                                                                                                                                             | 110 |
| 1. Die experimentellen Bedingungen .....                                                                                                                                                                                                                                        | 110 |
| 2. Das Modell der theoretisch möglichen Bewegungsformen .....                                                                                                                                                                                                                   | 111 |
| a) Ausgangsüberlegungen, b) Berücksichtigung der Möglichkeit von Teilungsphänomenen, c) Am Ort verschwindende bzw. erscheinende Gegebenheiten, d) Anzahl der Phasen eines anschaulichen Geschehensabschnittes, e) Berücksichtigung phänomenologischer Varianten, f) Folgerungen |     |
| Zusammenfassung .....                                                                                                                                                                                                                                                           | 115 |
| Literaturverzeichnis .....                                                                                                                                                                                                                                                      | 119 |



Digitized by the Internet Archive  
in 2026

[https://archive.org/details/IA41551901\\_0005](https://archive.org/details/IA41551901_0005)

## Vorwort

Die vorliegende Arbeit wurde im Dezember 1965 von der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Frankfurt als Dissertation angenommen.

Es ist mir ein Bedürfnis, an dieser Stelle meinem verehrten Lehrer Prof. Dr. E. RAUSCH in besonderer Weise Dank zu sagen. Dieser Dank bezieht sich auf die vielen Anregungen während der experimentellen Untersuchungen und die wertvollen Hilfen bei der Abfassung dieser Arbeit, vor allem aber auf die langjährige entscheidende Förderung durch das Vorbild seines wissenschaftlichen Denkens.

Danken möchte ich ferner den Kollegen am Frankfurter Institut, besonders Frau Dr. J. ZOLTOBROCKI, für anregende Hinweise in vielen Diskussionen.

Dem Verlag Dr. WALDEMAR KRAMER bin ich für Verständnis und Entgegenkommen sehr verpflichtet.



## Einleitung.

### § 1. Einführung in den Problemkreis.

Bietet man zwei Lichter sukzessiv an verschiedenen Stellen des Sehfeldes dar, so wird unter geeigneten räumlich-zeitlichen Bedingungen nicht die Sukzession zweier Lichtpunkte wahrgenommen, sondern Bewegung eines anschaulich identischen Punktes. Dieses Phänomen wird als optimale „stroboskopische Bewegung“ oder „Beta-Bewegung“ (KOFFKA 1931) bezeichnet. Die Reizbedingungen, die zur Wahrnehmung stroboskopischer Phänomene führen, sind, vor allem auf dem optischen Sinnesgebiet, eingehend untersucht.

Die ältere Literatur ist in der grundlegenden Studie von WERTHEIMER 1912 diskutiert. Über spätere Untersuchungen informieren die Literaturübersichten von SQUIRES 1928, KOFFKA 1931 und HOVLAND 1935. Anschließende Untersuchungen stammen u. a. von WIEGAND 1935, EHRENSTEIN 1938, LEHMANN 1939, WERNER und THUMA 1941, 1942, SHIPLEY, KENNEY, KING 1945, GENDERELLI 1946, 1948, TEUBER und BENDER 1948, 1949, 1950, SMITH 1948, WEISSKRANTZ 1950, SMITH 1951, DEATHERAGE und BITTERMAN 1952, AMMONS und WEITZ 1953, BRENNER 1953, 1956a, b, CHRISTMAN 1953, LIVSON 1953, MOTOKAWA und EBE 1953, ZEEMANN und ROELOFFS 1953, BARTLEY und MILLER 1954, JONES und BRUNER 1954, SAUCER 1954, SHAPIRO 1954, REICHENBERG 1957 und SPILLMANN 1964. Ein Sammelreferat aus neuester Zeit stammt von AARONS 1965.

Den Gegenstand der vorliegenden Untersuchung bildet die Frage, welche Phänomene auftreten, wenn man nicht zwei einzelne Lichtpunkte, sondern zwei Gruppen von Punkten sukzessiv darbietet.

Eine besonders einfache Anordnung dieser Art, bei der die erste und die zweite Konstellation jeweils aus zwei gleichartigen Lichtpunkten besteht, veranschaulicht Abb. 1.

Unter Bedingungen, wie sie Abb. 1 zeigt, ist es z. B. möglich, daß Opti-

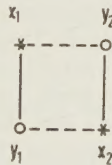


Abb. 1. Anordnung zur Untersuchung stroboskopischer Alternativbewegungen. Hier, wie bei allen folgenden Abbildungen, bedeuten die Kreise die Lichter der einen, die Sterne die Lichter der anderen, zeitlich folgenden Konstellation.

malbewegung in senkrechter Richtung von  $x_1$  nach  $y_1$  und von  $x_2$  nach  $y_2$  erfolgt. Ebenso können sich die Lichtpunkte aber auch waagerecht von  $x_1$  nach  $y_2$  und von  $x_2$  nach  $y_1$  bewegen.

Man kann davon sprechen, daß im ersten Fall das Licht in  $x_1$  dem in  $y_1$  und das in  $x_2$  dem in  $y_2$  „bewegungskonstituierend zugeordnet“ ist, insofern als jeweils die angegebenen Paare von Lichtern in der Anschauung ein identisches Objekt konstituieren, das sich aus der Position des zuerst erscheinenden Lichtes in die des folgenden bewegt. Die resultierenden senkrechten Bewegungen sind in Abb. 1 in Form durchgezogener Linien markiert.

Bei dem anderen möglichen Bewegungsfall, der waagerechten Bewegung (in Abb. 1 durch gestrichelte Linien angedeutet), bestehen bewegungskonstituierende Beziehungen zwischen den Lichtern in  $x_1$  und  $y_2$  und denen in  $x_2$  und  $y_1$ .

Von da ausgehend, kann man das Problem mit KOFFKA folgendermaßen formulieren: „Exponiert man in der einfachen stroboskopischen Anordnung sukzessiv zwei Punktgruppen, so kann man ganz allgemein fragen: nach was für Gesetzen regelt es sich, welche Zuordnung zwischen den Punkten der ersten und der zweiten Gruppe resultiert, und damit was für Bewegungen jeder einzelne Punkt ausführt“ (KOFFKA 1931, S. 1199).

## **§ 2. Stand des Problems in der Literatur; Folgerungen für weiterführende Versuche.**

Das Problem wurde in dieser oder ähnlicher Form bereits relativ früh aufgegriffen. Erste Hinweise finden sich z. B. bei LINKE 1907 und WERTHEIMER 1912. Eine spezielle Variante untersuchte TERNUS 1926. Einzelne Beobachtungen teilen NEUHAUS 1930, ERISMAN 1938, 1939 und LEHMANN 1939 mit. Eine breiter angelegte Untersuchung über die Gesetzmäßigkeiten, die für den Ausfall stroboskopischer Alternativen von Bedeutung sind, stammt von v. SCHILLER 1933. MILES 1933 arbeitete mit einer Anordnung, die in Abb. 1 veranschaulicht wurde. Eine im Prinzip gleiche Anordnung bei verschiedenen Arten von Fixation verwendete GINGERELLI 1946, 1948, um Annahmen über die Wirkung der zentralen Lokalisation der Erregungen zu überprüfen. MAASS 1938 untersuchte mit recht komplexen Lichtpunktmustern die Wirkung synchroner akustischer Reizung auf das optische Geschehen.

Die Folgerungen, die die verschiedenen Autoren aus ihren Versuchen ziehen, sind recht unterschiedlich. Manche Untersucher neigen mehr oder weniger einem Standpunkt zu, den v. SCHILLER 1933 als „Beliebigkeitstheorie“ bezeichnet, und betonen die große intra- und interindividuelle Verschiedenheit und geringe Vorhersagbarkeit der Wahrnehmungen unter derartigen Reizbedingungen. So sagt z. B. NEUHAUS 1930, der mit der in Abb. I<sup>1)</sup> ver-

---

<sup>1)</sup> Die Abbildungen I–III auf der ausklappbaren Einlage sind für die gesamte Arbeit als Veranschaulichung von Bedeutung und werden zweckmäßigerweise ständig zum Einsehen bereitgehalten.

anschaulichten Anordnung arbeitete, über die Beobachtungen seiner Vpn: „Ein Neues ist auf einmal da. Ganz überrascht schaut sich der Beobachter das neue Bild an, sieht es eine Zeitlang, dann springt es plötzlich um ... Die Möglichkeiten, die in einer Reizkonstellation von zweimal drei Lichtern liegen, sind von vornherein gar nicht anzugeben. Bei jeder Vp treten irgendwelche neuen Gebilde auf“ (NEUHAUS 1930, S. 414 f.). ERISMAN 1938, 1939 und LEHMANN 1939 äußern sich über die Ergebnisse ähnlicher Versuche etwa in dem gleichen Sinne. Demgegenüber hebt v. SCHILLER (ebenso auch TERNUS 1926) die Gesetzmäßigkeit des Geschehens hervor und weist Faktoren (vor allem die der Nähe und Gleichheit)<sup>2)</sup> auf, die den Ausfall der Alternativen bestimmen.

Für die Frage, welche der möglichen bewegungskonstituierenden Zuordnungen zwischen den Lichtpunkten verwirklicht werden, können unter den beschriebenen Bedingungen nur „nichtzeitliche“ Faktoren von Bedeutung sein, da alle für eine solche Zuordnung in Frage kommenden Punkte gleichzeitig dargeboten werden. Das interessante Problem des Zusammenspiels zeitlicher und nicht-zeitlicher Faktoren für Vorgänge der Zusammenhangsbildung (von denen stroboskopische Bewegungen einen Spezialfall darstellen) wurde nicht zum Thema.

Zu diesem Problem liegt jedoch eine eingehende Untersuchung von MÜLLER 1963 vor. Der Autor bot Folgen von Lichtpunkten dar und prüfte, ob die Vpn die räumliche Anordnung der dargebotenen Lichter trotz zeitlicher Trennung erkannten. Dabei konnten zeitliche und nicht-zeitliche Gliederungsfaktoren konkordant oder diskordant angesetzt werden, indem z. B. im Fall einer horizontalen Reihe von Lichtpunkten räumlich benachbarte Punkte zeitlich unmittelbar aufeinander folgten oder nicht usw.

Zur Erklärung der unterschiedlichen Befunde bzw. Standpunkte wäre an mehrere Gesichtspunkte zu denken. Z. B. sind die Anordnungen, mit denen v. SCHILLER arbeitete, mehr oder weniger daraufhin aufgebaut, bestimmte Wahrnehmungsfaktoren zur Wirkung kommen zu lassen. Die Lichter haben verschiedene Form bzw. Farbe, sind so angeordnet, daß von zwei vorstellbaren Bewegungsalternativen eine den kürzeren Weg hat usw.

Dagegen verwendete NEUHAUS 1930 gleichartige Lichter und wählte eine Anordnung, bei der für mehrere Fassungen die Bewegungswege in der Länge gleich sind und die Bewegungen in den Hauptraumrichtungen verlaufen. Eine derartige Reizanordnung ist dafür prädestiniert, eine relativ große Variabilität des Wahrnehmungsgeschehens zu ermöglichen, da eine Reihe anschaulicher Fassungen in bezug auf relevante Wahrnehmungsfaktoren gleichgestellt sind.

Darüber hinaus gibt es noch einen wesentlichen Unterschied zwischen den Bedingungen, unter denen v. SCHILLER 1933 einerseits, NEUHAUS 1930 und LEHMANN 1939 andererseits arbeiteten. Bei NEUHAUS und LEHMANN erfolgte

---

<sup>2)</sup> v. SCHILLER nennt noch andere Gesetzmäßigkeiten, so eine Parallele zum „Prinzip der Geschlossenheit“ in der Simultanwahrnehmung, eine „Tendenz zur guten Fortsetzung“ und den „Faktor des gemeinsamen Schicksals“. Die Schlüssigkeit seiner Behauptungen wird jedoch von METZGER 1934 (S. 4) und 1962 (S. 612 f.) in Frage gestellt.

die Exposition der beiden Konstellationen von Lichtpunkten in der Form 1 2 1 2 1 usw. mit so geringen zeitlichen Abständen, daß im wahrnehmenden Organismus die Ausbildung eines einheitlichen zeitlich ausgedehnten Prozesses ermöglicht wurde. Dagegen bot v. SCHILLER die Lichter in Einzel- oder in „Seriensexposition“ dar, d. h. selbst wenn die Darbietung mehrmals wiederholt wurde, bestand zwischen aufeinanderfolgenden, die Bewegung hervorruhenden Paaren von Expositionen, eine Pause von 3—5 Sekunden (v. SCHILLER 1933, S. 185). Unter diesen Bedingungen konnte sich kein zeitlich ausgedehntes ganzheitliches Geschehen ausbilden, sondern es ergaben sich mehrere einzelne Wahrnehmungsakte.

Demnach könnte man den Stand des Problems etwa wie folgt umreißen: Ordnet man die Lichter so an, daß bestimmte Bewegungsalternativen durch Wahrnehmungsfaktoren wie Gleichheit und Nähe begünstigt sind, so resultiert bei einzelnen Wahrnehmungsakten (s. o.) ein gesetzmäßiges Geschehen (v. SCHILLER 1933). Exponiert man dagegen symmetrische Lichteranordnungen in dichter zeitlicher Folge (s. o.), kann man eine große intra- und interindividuelle Variabilität der Wahrnehmungen beobachten, die NEUHAUS 1930 und LEHMANN 1939 dazu führte, eine regellose Vielfalt und Nichtvorhersagbarkeit des Bewegungsgeschehens anzunehmen.

Demgegenüber stellen wir die Hypothese auf, daß auch unter den Bedingungen, die bei NEUHAUS und LEHMANN vorlagen, mit einer geeigneten Methodik ein (nicht unerhebliches) Maß von Gesetzmäßigkeit und Vorhersagbarkeit des Wahrnehmungsgeschehens nachgewiesen werden kann und erwarten, daß die Gesetzmäßigkeiten von der gleichen Art sind wie die, die im Rahmen der Gestalttheorie immer wieder für die anschauliche Strukturierung als maßgebend aufgewiesen worden sind.

Übrigens sind vom methodischen Standpunkt aus gegen alle vorliegenden Untersuchungen z. T. schwerwiegende Einwände zu erheben.

a) Bei den meisten der mitgeteilten Befunde wird man zweifeln, ob der Aussage die Beobachtungen einer genügend großen Zahl von Vpn zugrunde liegen. Selbst wenn die Zahl der Vpn, die insgesamt an einer Untersuchung teilgenommen haben, genügend groß erscheint, ist zu berücksichtigen, daß nach Angaben der Autoren meist nicht alle Vpn an jedem Einzelversuch teilgenommen haben. Man gewinnt aus den Darstellungen den Eindruck, daß bei manchen Versuchen, aus deren Ergebnissen theoretische Folgerungen gezogen werden, nur Beobachtungen von zwei oder drei Vpn vorliegen. Das erscheint — außer in ganz klar überschaubaren Fällen — nicht ausreichend, um eine zuverlässige Entscheidung darüber zu treffen, ob nur die beobachteten Phänomene bei einer bestimmten Reizkonstellation auftreten bzw. mit welcher Gewichtigkeit sie vorkommen.

b) So gut wie immer wurde ein und dieselbe Vp für die Beobachtung mehrerer Anordnungen herangezogen, ohne daß geklärt wurde, ob dies zu einer systematischen Beeinflussung der Ergebnisse führen kann. (Nach den Ergebnissen unserer eigenen Versuche ist ein solcher Einfluß als wahrscheinlich anzunehmen.)

c) Ferner handelte es sich in manchen Untersuchungen entweder ohne Zweifel (LEHMANN 1939, MAASS 1938, nach eigenen Angaben der Autoren) oder möglicherweise um Vpn, die ein hohes Maß an Einsicht und wahrscheinlich eine recht profi-

lierte Meinung über die Faktoren, die den Ausfall der Experimente bestimmen würden, hatten. In allen Fällen, in denen die auftretenden Phänomene einstellungsabhängig und durch intellektuelle Überlegungen beeinflussbar sind (daß dies zumindest bis zu einem gewissen Grade der Fall ist, wird von ERISMAN 1939 und v. SCHILLER 1933 in anderem Zusammenhang selbst angeführt), wird man Ergebnisse von Versuchen, die mit in dieser Weise „wissenden“ Vpn gemacht worden sind, nicht ohne weiteres verallgemeinern dürfen.

d) Die äußeren Bedingungen, unter denen die Versuche erfolgten, sind in vielen Fällen nicht mit wünschenswerter Genauigkeit beschrieben. Es fehlen meist präzise Angaben über Darbietungszeit, Zwischenpause, Beobachtungsabstand, metrische Anordnung der Lichter usw. — Ein besonders wichtiger Umstand, über den fast überall genaue Angaben fehlen, ist die Anzahl der Beobachtungen bzw. die Beobachtungsdauer, auf die das Auftreten einer bestimmten Anzahl von Phänomenen bezogen werden könnte. Es ist mit hoher Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß die Anzahl der bei einer Reizkonstellation auftretenden Phänomene zumindest in einem gewissen Bereich mit der Beobachtungsdauer ansteigt. Unterschiedliche Behauptungen über die Vielfalt der auftretenden Phänomene können sich unter Umständen ohne weiteres durch die bei verschiedenen Untersuchern verschiedene Beobachtungsdauer erklären.

e) Die Phänomene sind oft nicht mit der wünschenswerten Genauigkeit beschrieben.

f) Die Behauptungen über Gesetzlichkeit bzw. unregelmäßige Variabilität des Wahrnehmungsgeschehens werden nicht genügend belegt. Es wird einerseits von einer Vielfalt gleichberechtigter Phänomene gesprochen, ohne daß der Versuch gemacht wurde, auf exakte Art (etwa durch Messung der Dauer der verschiedenen Phänomene oder durch Auszählung der Häufigkeit ihres Auftretens) die Berechtigung dieser Behauptungen zu prüfen; andererseits wird von bevorzugten Fassungen gesprochen, ohne daß eine exakte, objektive Methode verwendet wird, um die Richtigkeit dieser Aussagen nachzuweisen.

g) Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt wurde bisher noch nicht genügend hervorgehoben. Er betrifft nicht die experimentelle Methodik im engeren Sinne, sondern den gedanklichen Ansatz für die Interpretation der Befunde. Die Frage, ob die Wahrnehmung bestimmte Bewegungsfassungen bevorzugt, ist nämlich nur zufriedenstellend zu beantworten, wenn man nicht nur die verschiedenen wahrgenommenen Fassungen hinsichtlich ihrer Gewichtigkeit vergleicht, sondern auch berücksichtigt, ob überhaupt alle theoretisch möglichen Fassungen von der Wahrnehmung verwirklicht werden. Dazu sind aber systematische Überlegungen über Art und Anzahl der denkbaren Bewegungsfassungen notwendig, wie sie in Zusammenhang mit ähnlichen Problemen von METZGER 1934 angestellt wurden. Solche Überlegungen fehlen jedoch bei den Autoren, über deren Arbeiten wir berichteten, so gut wie vollständig.

Wir haben uns bei unseren eigenen Versuchen bemüht, diese methodischen Schwächen so weit wie möglich zu vermeiden. Dadurch stieg allerdings der für die Untersuchung einer Vorlageanordnung nötige Arbeitsaufwand erheblich an, so daß nur relativ wenige Variationen überprüft werden konnten. Zudem erforderte die systematische Diskussion der theoretischen Geschehensmöglichkeiten (siehe g)) so viel Raum, daß eine Gruppe von Versuchen (Darbietung von zwei mal zwei Lichtern, vgl. Abb. 1) in einer gesonderten Arbeit (HOETH 1967) dargestellt werden mußte.

## I. Teil:

### Experimentelle Bedingungen.

#### § 1. Versuchsanordnung und Apparatur.

Die von uns benutzte Apparatur wurde von RAUSCH entwickelt und zuerst verwendet. Da eine eingehende Beschreibung in der Literatur bereits vorliegt (RAUSCH 1960), können wir uns hier kurz fassen. Ein Stativ hält eine Mattglasscheibe, hinter der sich eine Metallplatte befindet, in die Glimmlämpchen in der gewünschten Anordnung eingesteckt werden können. Die Lämpchen sind von zylindrischen Metallhülsen von 1 cm Durchmesser eingefast, so daß sie auf der Mattglasscheibe scharf umgrenzte, kreisförmige Lichtflecke erzeugen. Ein Kontaktapparat gestattet, zwei Gruppen von Lämpchen alternierend beliebig oft wiederholt aufleuchten zu lassen<sup>3)</sup>. Wir verwendeten in allen Versuchen in Anlehnung an NEUHAUS 1930 zwei Gruppen von jeweils drei Lämpchen.

Das Grundprinzip der Anordnung zeigt Abb. I, die metrischen Variationen Abb. IIa—c (siehe auch § 2). Die Darbietungszeit war für beide Expositionen gleich und betrug in den Hauptversuchen 340 Sigmen, bei einem Intervall von 0 Sigmen. Die Darbietung erfolgte also *p a u s e n l o s*.

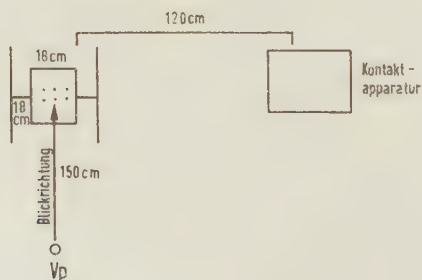


Abb. 2. Die Versuchsanordnung.

<sup>3)</sup> In Vorversuchen wurden auch andere apparative Möglichkeiten erprobt, z. B. ein Projektionsapparat mit einer Schiebervorrichtung bzw. zwei alternierend aufleuchtende Projektionsapparate. Die Apparatur nach RAUSCH 1960 bewährte sich jedoch besser.

In Vorversuchen wurden Darbietungszeit und Zwischenpause variiert, um geeignete Werte für das Auftreten von Optimalbewegung zu ermitteln. Es entstand der Eindruck, daß bei Erhöhung der Darbietungsrate das Gesamtgeschehen anschaulich einen unruhigen Charakter bekommt und die Umschlagshäufigkeit zunimmt. Diesem Problem wurde jedoch nicht weiter nachgegangen.

Die Versuche fanden im halbdunklen Raum statt; die Mattglasscheibe, hinter der die Lämpchen aufleuchteten, stand frontal-parallel zur Versuchsperson und maß  $18 \times 18$  cm; der Beobachtungsabstand betrug 1,50 m. Abb. 2 veranschaulicht die Versuchsanordnung.

Während der gesamten Versuchsdauer lief ein Tonbandgerät, das die Äußerungen der Vpn registrierte.

Die Beobachtungszeit betrug in allen Versuchen (mit Ausnahme derer der Reihe 9, siehe § 2) 300 Sekunden.

## **§ 2. Die Versuchsreihen.**

Unter diesen Bedingungen wurden folgende Versuchsreihen durchgeführt<sup>4)</sup>:

1. Reihe A<sub>1</sub>. Die räumliche Anordnung der Lämpchen zeigt Abb. IIa. Die Vpn machten den Versuch zum ersten Mal. 15 Vpn wurden herangezogen.

2. Reihe A<sub>2</sub>. Die räumlichen Verhältnisse bei der Darbietung waren die gleichen wie in Reihe A<sub>1</sub> (siehe Abb. IIa). Die Vpn hatten jedoch an zeitlich früheren, unter Ziffer 9 beschriebenen Versuchen teilgenommen. Es handelte sich um Psychologiestudenten höheren Semesters oder um graduierte Psychologen, die die Fragestellung entweder kannten oder denen sie sehr bald aus dem Ablauf des Versuchs deutlich geworden war. Die durchschnittliche Semesterzahl der Vpn war signifikant höher als in den übrigen Reihen. Vpn-Zahl:  $n = 16$ . Der zeitliche Abstand zwischen Erst- und Zweitversuch betrug hier, wie auch bei den Reihen B<sub>2</sub> und C<sub>2</sub> (siehe 4. u. 6.) zwischen einem und drei Monaten.

3. Reihe B<sub>1</sub>. Abb. IIb gibt die metrischen Verhältnisse der Lämpchenanordnung wieder. Die Vpn machten den Versuch zum ersten Mal. Vpn-Zahl:  $n = 8$ .

4. Reihe B<sub>2</sub>. Die äußeren Bedingungen waren die gleichen wie bei B<sub>1</sub>. Die Vpn hatten schon einmal an einem Versuch mit A-Anordnung zur Gewinnung qualitativer Befunde teilgenommen. Da sich signifikante Differenzen zu den Ergebnissen der Reihe B<sub>1</sub> ergaben, wurden die Daten gesondert verarbeitet. Vpn-Zahl:  $n = 12$ .

---

<sup>4)</sup> Die Aufgliederung der Versuchsreihen beruht zum Teil auf einer nachträglichen Inspektion des gewonnenen Materials. Ursprünglich war nur die räumliche Anordnung der Lämpchen in den Varianten A, B und C als unabhängige Variable vorgesehen.

5. Reihe  $C_1$ . Die metrische Anordnung der Lichtpunkte zeigt Abb. IIc. Die Vpn nahmen zum ersten Mal an einem derartigen Versuch teil. Vpn-Zahl:  $n = 6$ .

6. Reihe  $C_2$ . Die äußeren Bedingungen waren die gleichen wie bei Reihe  $C_1$ , die Vpn waren jedoch bereits bei einem oder mehreren Versuchen mit einer der übrigen Anordnung zur Gewinnung qualitativer Daten herangezogen worden. Vpn-Zahl:  $n = 8$ .

Bei allen bisher beschriebenen Versuchsreihen befand sich aus Gründen der technischen Einfachheit der Kontaktapparat, der das Aufleuchten der Lämpchen steuerte, im Versuchsraum. Dadurch war synchron mit dem Aufleuchten der Lichter ein leises Klicken der Kontaktfedern zu hören.

7. Reihe  $A_{01}$ . Die Bedeutung der beschriebenen akustischen Reize wurde überprüft, indem die Kontaktapparatur bei dieser Versuchsreihe in einem anderen Raum aufgebaut und über eine Ringleitung mit dem Teil der Apparatur, der die optischen Reize erzeugte, verbunden wurde. 16 wahrnehmungspsychologisch völlig unerfahrene Vpn (mit signifikant niedrigerer Semesterzahl als in den übrigen Versuchsreihen) beobachteten bei A-Anordnung der Lichter.

Die Versuchspersonen waren Studenten im 1. oder 2. Semester, denen das Phänomen der stroboskopischen Bewegung nicht bekannt war. Entsprechend hielten sie, wie die Exploration erwies, die Bewegung der Lichtpunkte für Realbewegungen, die mit Hilfe einer irgendwie gesteuerten Apparatur erzeugt wurden, wobei der Bewegungsverlauf während der Beobachtungszeit objektiv verändert wurde. Die Ergebnisse dieser Reihe können daher als repräsentativ für naives Wahrnehmungsverhalten unter den beschriebenen Bedingungen gelten. Wir bezeichnen Reihe  $A_{01}$  im folgenden auch als „Grundversuch“.

8. Reihe  $A_{02}$ . Die Vpn der Reihe  $A_{01}$  wurden zwei bis drei Tage später unter den gleichen Bedingungen zu einem Zweitversuch herangezogen. Sie hielten die Phänomene auch bei diesem Versuch für Realbewegungen.

9. Hauptsächlich bei A-Anordnung der Lämpchen wurden Versuche mit einer Beobachtungsdauer zwischen 5 und 20 Minuten durchgeführt, bei denen auf eine konsequente quantitative Auswertung der Beobachtungen der Vpn verzichtet und stattdessen auf die Ermittlung subtilerer phänomenologischer Eigenarten der auftretenden Wahrnehmungen zentriert wurde ( $n = 38$ ).

### **§ 3. Versuchsausführung und Instruktion.**

In allen Versuchsreihen, in denen es um die Gewinnung quantitativer Daten ging (siehe § 2), erwies sich eine relativ ausführliche Instruktion als notwendig.

Sie lautete: „Ich zeige Ihnen auf diesem Schirm Lichtpunkte, die sich bewegen. Bitte, beschreiben Sie die Bewegungen, die die Punkte ausführen. Der Versuch dauert einige Minuten. Sollten sich während dieser Zeit die Bewegungen, die die Punkte ausführen, ändern, geben Sie bitte sofort ein Zeichen, indem Sie ‚neu‘ oder ‚jetzt was anderes‘ oder dergleichen sagen, und beschreiben Sie den neuen Eindruck. Es ist

besonders wichtig, daß Sie einen eventuellen Wechsel nicht erst dann melden, wenn Sie den neuen Eindruck adäquat verbal beschreiben können, sondern sofort, wenn Sie die Änderung bemerken. Falls es vorkommen sollte, daß ein neuer Eindruck auftritt, bevor Sie den vorhergehenden ausreichend beschrieben haben, konzentrieren Sie sich bitte ausschließlich auf die Beschreibung des neuen Phänomens. Nach Beendigung des Experiments können wir dann gegebenenfalls versuchen, die Eindrücke, die Sie nicht beschreiben konnten, zu rekonstruieren. — Haben Sie noch Fragen?“

Gleichzeitig mit dem Einschalten des Kontaktapparates, der das Aufleuchten der Lämpchen steuerte, wurde ein Tonbandgerät in Gang gesetzt, das die Äußerungen der Vp registrierte.

Die Vpn gaben nach dem Versuch mit wenigen Ausnahmen an, daß sie in der Lage gewesen seien, die Instruktion zu befolgen, d. h. vor allem die Umschläge rechtzeitig, allenfalls mit gelegentlichen Verzögerungen von 1 bis 2 Sekunden, anzugeben.

In den Versuchen, in denen es um die Gewinnung differenzierter qualitativer Daten (Versuchsreihe 9) ging, wurde auf eine eingehende Instruktion verzichtet; die Vp wurde einfach aufgefordert anzugeben, was sie auf dem Schirm wahrnehme.

#### **§ 4. Auswertung.**

Der Auswertung lagen die Tonbandaufnahmen der Äußerungen zugrunde, die die Vpn während des Versuchs machten. Mit Hilfe dieser Tonbandaufnahmen war es möglich, unklare Beschreibungen nach dem Versuch zusammen mit der Vp abzuhören und durch Erläuterungen zu klären.

Ferner boten die auf dem Tonband festgehaltenen Äußerungen der Vpn die Möglichkeit, den gesamten Ablauf des Versuchs zu rekonstruieren und insbesondere folgende Daten zu erheben:

1. welche Wahrnehmungen die Vp überhaupt während des Versuchs hatte, d. h. welche Arten von Bewegungen sie sah,
2. wie häufig jedes dieser Phänomene auftrat und
3. welche zeitliche Ausdehnung das Auftreten eines Phänomens hatte.

Die Zeit, während der eine Vp ein bestimmtes Phänomen verwirklichte, wurde bestimmt, indem beim Ablaufen des Tonbandes die Zeit gestoppt wurde, die zwischen dem ersten Hinweis auf das Auftreten der betreffenden Wahrnehmung und der Meldung der Vp, daß wieder ein Wechsel eingetreten sei, verging.

In insgesamt vier Fällen erwies sich eine genügend genaue Rekonstruktion des Versuchsablaufs auf Grund der Tonbandaufnahme als nicht möglich. Zum Teil hatten die betreffenden Vpn bereits unmittelbar nach dem Versuch erklärt, daß es ihnen nicht gelungen sei, den in der Instruktion gestellten Forderungen nachzukommen. Diese Fälle wurden ausgeschieden und sind in den angegebenen Vpn-Zahlen nicht enthalten.

## II. Teil:

### Ergebnisse.

#### Kapitel 1: Die Phänomene.

##### § 1. Beschreibungsmethode.

Da in allen Versuchsreihen weitgehend die gleichen Phänomene (wenn auch in z. T. verschiedenen Häufigkeitsverhältnissen) auftraten, wird zunächst noch nicht zwischen den einzelnen Reihen unterschieden.

Bei der Beschreibung der Phänomene orientieren wir uns an den bewegungskonstituierenden Zuordnungen (s. S. 10) als Klassifikationsschema, ohne dabei jedoch andere, die Phänomene charakterisierende Aspekte aus den Augen zu verlieren.

Mit ‚bewegungskonstituierender Zuordnung zweier Lichter‘ meinen wir im Sinne von KOFFKA (s. S. 10), daß das sukzessive Aufleuchten zweier Lichter an verschiedenen Orten die anschauliche Bewegung eines Lichtpunktes zwischen den beiden Orten konstituiert. Da unter unseren Bedingungen mehrere Möglichkeiten für derartige Zuordnungen bestehen, ist die Angabe der verwirklichten Zuordnungen geeignet, einen wichtigen Aspekt der Bewegungsphänomene zu beschreiben. — Nun kann bekanntlich der Realitätscharakter der stroboskopischen Bewegung graduell verschieden sein, es besteht die Möglichkeit von Teil- und Tunnelbewegungsphänomenen usw. (WERTHEIMER 1912, NEUHAUS 1930, v. D. WAALS und ROELOFFS 1930, LEHMANN 1939, SHIPLEY, KENNEY und KING 1945 und andere). Wir haben vor allem in den Versuchen, die auf eine quantitative Auswertung abgestimmt waren, auf eine differenziertere Bestimmung der „Güte“ der Bewegung verzichtet, konnten jedoch feststellen, daß während des überwiegenden Teils der Beobachtungszeit Optimalbewegung gesehen wurde. Phänomene nicht optimaler Bewegung wurden gleichfalls als Bewegung klassifiziert und durch die entsprechenden bewegungskonstituierenden Zuordnungen näher bezeichnet, sofern zwischen den beteiligten Lichtern die Beziehung anschaulicher „Genidentität“ (LEWIN 1922) bestand. Von Sukzession wurde erst dann gesprochen, wenn Lichter als verschiedene Lichtpunkte, die sukzessiv aufleuchteten, wahrgenommen wurden.

Genidentität wird von LEWIN (a. a. O., S. 10) definiert als „die Beziehung, in der Gebilde stehen, die existentiell auseinander hervorgegangen sind“. Diese „genetische Existentialbeziehung“ (a. a. O.) ist von der logischen Identität ebenso zu unterscheiden wie von der „Gleichheit“ und bedeutet einfach die Beziehung zwischen den zeitlich getrennten Schnitten der Existentialreihe einer in der Zeit existierenden Gegebenheit. Ein Beispiel aus dem physikalischen Bereich wäre etwa eine

bestimmte Wassermenge, die in einem abgeschlossenen Behälter durch Erhitzen in Dampf verwandelt wird. Zwischen der Substanz im Inneren des Behälters im Zeitpunkt  $t_1$  (vor dem Verdampfen) und der im Zeitpunkt  $t_2$  (nach dem Verdampfen) besteht trotz Wechsel des Aggregatzustandes Genidentität. — Der Begriff eignet sich gut zur Charakterisierung der Identitätsbeziehungen auf Grund stroboskopischer Reizung, denn auch hier handelt es sich um Existentialbeziehungen zwischen Realgegebenheiten der anschaulichen Außenwelt, die mit Veränderungen der Eigenschaften der Objekte einhergehen kann, aber natürlich nicht muß.

Wir werden in manchen Fällen anstatt von ‚bewegungskonstituierender Zuordnung‘ zweier Lichter auch von ‚Genidentität‘ zweier Lichtpunkte sprechen, bleiben uns jedoch bewußt, daß wir unmittelbar nur über einen Spezialfall anschaulicher Genidentität Aussagen machen können, nämlich über Genidentität bei stroboskopischer Bewegung.

Zur Beschreibung der objektiven Verhältnisse und der auftretenden Phänomene führen wir folgende Bezeichnungsweise ein: Wir kennzeichnen die beiden Gruppen von simultan aufleuchtenden Lichtern als X- und Y-Gruppe. Die Einzellichter und die Positionen, in denen sie dargeboten wurden, werden mit  $x_{1-3}$  bzw.  $y_{1-3}$  benannt.

Streng genommen müßte natürlich zwischen den Lichtern und ihren Positionen unterschieden werden. Da aber jedes Licht immer in der gleichen Position aufleuchtet, also eine eindeutige Zuordnung zwischen Lichtern und Positionen gegeben ist, erscheint uns die Vereinfachung der Symbolisierung vertretbar.

Die drei anschaulichen Objekte, die bei Optimalbewegung gegeben sind, werden mit  $\mathfrak{A}$ ,  $\mathfrak{B}$  und  $\mathfrak{C}$  bezeichnet. In Abb. I sind die Lichter der X-Gruppe durch Kreise, die der Y-Gruppe durch Sterne dargestellt.

## § 2. Die verschiedenen anschaulichen Fassungen.

### 1. Rauf-Runter-Bewegung [RR-Phänomen].

#### a) Grundform der Bewegung.

Bei dieser ersten Gruppe von Phänomenen bestanden folgende bewegungskonstituierende Zuordnungen (siehe dazu Abb. IIIa):

Die Lichtpaare  $x_1 - y_1$ ,  $x_2 - y_2$ ,  $x_3 - y_3$  konstituieren in der Anschauung jeweils einen Lichtpunkt, der sich zwischen den entsprechenden Positionen hin und her bewegt.

Bei dieser Grundstruktur der Bewegung sind verschiedene phänomenale Varianten möglich. In Anlehnung an die Ausdrucksweise der Vpn bei der Beschreibung dieser Fassung bezeichnen wir die gesamte Gruppe von Phänomenen als Rauf-Runter-Bewegung oder abgekürzt RR-Bewegung (bzw. RR-Fassung, RR-Phänomen usw.).

#### b) Varianten.

a) Bewegung von Einzelpunkten in der Schirmebene. — Die Vp sah drei einzelne Lichtpunkte, die sich in der Ebene des Beobachtungsschirms senkrecht herauf und herunter bewegten, wie das in Abb. IIIa verdeutlicht ist.

Geht man von der Exposition der X-Gruppe aus, so sieht die Vp beim Verlöschen dieser drei Lämpchen und dem Aufleuchten derer der Gruppe Y einen mittleren oberen Punkt sich aus Position  $x_1$  „herunter“ in Position  $y_1$  bewegen, während zwei untere äußere Punkte aus den Positionen  $x_2$  und  $x_3$  „herauf“ nach  $y_2$  und  $y_3$  gehen. In der nächsten Phase des objektiven Geschehens, dem Verlöschen der Lämpchengruppe Y, und dem (Wieder)Aufleuchten der X-Gruppe, erfolgen die entgegengesetzten Bewegungen: Ein unterer mittlerer Punkt bewegt sich senkrecht hoch von  $y_1$  nach  $x_1$ , die beiden oberen äußeren Punkte wandern aus den Positionen  $y_2$  und  $y_3$  herunter nach  $x_2$  und  $x_3$  usw.

β) Brückenlinien bei Bewegungen in der Schirmebene. — Gelegentlich wurde nicht die Bewegung einzelner Punkte in der Schirmebene wahrgenommen, sondern die drei Punkte waren durch Brückenlinien verbunden, so daß ein Dreieck gegeben war, „dessen Spitze einmal oben und einmal unten ist“. Die Eckpunkte der Dreiecksfigur bewegen sich bei diesen Phänomenen in der oben beschriebenen Art in der Schirmebene. Sie dienen aber dabei gleichzeitig als Gelenke, um die sich die „Schrägseiten“ der Figur ( $x_1x_2$  und  $x_1x_3$ , wenn man von der Darbietung der X-Gruppe ausgeht) drehen, bis die neue Lage ( $y_1y_2y_3$ ) erreicht ist. Die horizontal verlaufende Seite des Dreiecks wird dabei zerrissen und konstituiert sich erst wieder bei Erreichen der neuen Lage in der Position  $y_2y_3$ .

Bei einer anderen Fassung kann man einen Einzelpunkt, den mittleren und eine waagrecht verlaufende „Stange“ sehen, die durch die beiden äußeren Punkte gebildet wird. Die Stange und der Punkt bewegen sich gegenläufig herauf und herunter, wie das den gegebenen Punktzuordnungen entspricht.

γ) Bewegungen außerhalb der Schirmebene. — Die angegebenen bewegungskonstituierenden Zuordnungen sind auch bei einer Fassung gegeben, die anschaulich von den oben beschriebenen recht verschieden ist. In diesem Fall sieht die Vp eine Dreiecksfigur, die eine räumliche Kippbewegung ausführt.

Geht man von der Exposition der X-Gruppe aus, so erscheinen die drei Lichtpunkte als ein Dreieck, dessen „Spitze“ der Lichtpunkt in  $x_1$  darstellt, während die Punkte in  $x_2$  und  $x_3$  die Eckpunkte der horizontal verlaufenden Grundseite bilden. Beim Verlöschen der X- und dem Aufleuchten der Y-Lichter kippt das Dreieck durch den Raum, so daß die Spitze nach unten in Position  $y_1$  zu liegen kommt, während die horizontale Seite oben ist und durch die Lichter  $y_2$  und  $y_3$  markiert wird. Die Bahnen, auf denen sich die Dreieckspunkte durch den Raum bewegen, können allerdings ganz verschieden sein. Es kam z. B. vor, daß sich der mittlere, die Spitze des Dreiecks bildende Punkt nach vorne, also auf die Vp zu durch den Raum bewegte, während die beiden äußeren Punkte nach hinten, also von der Vp weg durch den Raum wanderten, um von  $x_2$  und  $x_3$  nach  $y_2$  und  $y_3$  zu gelangen. Ebenso konnte jedoch auch der mittlere Punkt sich nach hinten durch den Raum bewegen, während die beiden äußeren Punkte auf die Vp zu aus der Schirmebene heraustraten.

Wir haben bisher nur beschrieben, wie sich die anschauliche Dreiecksfigur aus der X-Lage in die Y-Lage bewegt. Beim nächsten Abschnitt des objektiven Geschehens, also beim Verlöschen der Y-Lämpchen und dem (Wieder)Aufleuchten der X-Lichter, nimmt das Dreieck ja wieder die durch die Positionen  $x_1$ ,  $x_2$  und  $x_3$  markierte Lage ein. Dies ist auf verschiedene Arten möglich. Es kann sich einmal um ein echtes „Zurückkehren“ handeln, indem jeder Dreieckspunkt den Weg, auf dem er aus einer X-Position in eine Y-Position gelangte, jetzt in umgekehrter Richtung zurücklegt. Es kann sich aber auch um ein anschauliches „Weiterbewegen“ handeln. In diesem

Fall bewegt sich ein Dreieckspunkt, der von einer X-Position in eine Y-Position gelangt ist, indem er nach vorne, auf die Vp zu, durch den Raum wanderte, in der nächsten Phase nach hinten, durch den Raum, wieder in eine X-Position. Das Analoge gilt für einen Punkt, der sich im ersten Bewegungsschritt nach hinten durch den Raum bewegte. Dabei konnten sich entweder die Spitze oder auch die seitlichen Punkte des Dreiecks während ihrer Bewegung stärker aus der Fläche entfernen, ohne daß der Dreieckseindruck dadurch zerstört wurde. Gelegentlich kam es jedoch auch vor, daß räumliche Effekte auftraten, obschon anschaulich drei einzelne Punkte und keine Dreiecksfigur gegeben waren.

Ebenso konnten sich bei der Wahrnehmung eines aus einem Einzelpunkt und einer waagerechten „Stange“ bestehenden Gebildes (s. S. 20) die Endpunkte der Stange in einer senkrecht zum Beobachtungsschirm stehenden Ebene bewegen.

Bei den bisher beschriebenen Fassungen waren die räumlichen Effekte von der Art, daß die anschaulichen Gegebenheiten (als Einzelpunkte oder auf die erwähnten Arten durch Brückenlinien verbunden) halbkreisförmige Bewegungen in einer Ebene beschrieben, die auf der Schirmebene senkrecht stand. Dies war nicht die einzige Art von räumlichen Phänomenen. Eine Vp sah die gesamte Konfiguration perspektivisch, wobei die oberen Lämpchenpositionen weiter hinten im Raum lagen. Sie sah dementsprechend die geradlinige Bewegung dreier Punkte in einer Ebene, die gegenüber der Schirmebene nach hinten gekippt war. Die Schirmebene spielte bei der Lokalisation der Lichtpunkte anschaulich überhaupt keine Rolle.

Die Häufigkeit des Auftretens räumlicher Effekte war gering. Wir gewannen darüber hinaus den Eindruck, daß räumliche Fassungen bevorzugt bei Vpn auftraten, die mit wahrnehmungspsychologischen Fragestellungen bereits mehr vertraut waren.

### c) *Phänomenologische Besonderheiten.*

Phänomenologisch von besonderem Interesse sind noch folgende Gesichtspunkte:

α) Während das objektive Geschehen in einer pausenlosen Aufeinanderfolge der X- und Y-Lichter besteht, ist das anschauliche Geschehen untergliedert. Man sieht z. B. bei der Bewegung dreier Einzelpunkte in der Fläche (für die anderen Varianten gilt das Entsprechende), daß jeder Punkt „herauf und wieder herunter geht“, d. h. zwei Bewegungsschritte, denen drei Lichtpunktdarbietungen entsprechen, bilden die Einheit, aus der sich das anschauliche Gesamtgeschehen aufbaut. Ferner: Die unzähligen vielen Lagen, die von den drei sich auf und ab bewegendenden Punkten während ihrer Bewegung eingenommen werden, sind anschaulich nicht gleichberechtigt.

Die beiden Grenzpositionen der Bewegungsbahn sind gegenüber der Gesamtheit der übrigen Lagen, die die sich bewegendenden Punkte einnehmen, anschaulich besonders betont. Dies äußert sich u. a. darin, daß die Punkte in diesen Lagen (entsprechend den objektiven Verhältnissen) einen Augenblick verharren. Manchmal sind die beiden Endpositionen, zwischen denen ein Punkt sich bewegt, anschaulich gleichwertig. In der Regel ist jedoch eine der beiden Extremlagen noch einmal in besonderer Weise gegenüber der anderen ausgezeichnet, indem sie als diejenige erscheint, in die der Punkt gewissermaßen von Natur aus hineingehört, aus der er sich nur „ausflugsartig“ entfernt, oft wie durch einen äußeren Impuls veranlaßt. So gebrauchten die Vpn bei der RR-Bewegung in der Schirmebene manchmal zur Kennzeichnung der Fassung Bezeichnungen wie „Bälle, die von einem Jongleur hochgeworfen

und wieder aufgefangen werden“ oder ähnlich. In diesen Fällen erschien für jeden der drei Punkte die untere Position als die „natürliche Ruhelage“.

β) Wir haben Bewegungen von Einzelpunkten und Bewegungen von Punktfiguren (Stange, Dreieck) unterschieden. Die Formulierung, daß sich „einzelne Punkte“ bewegen, soll jedoch nicht besagen, daß zwischen den drei Punkten anschaulich keinerlei Beziehungen bestehen. In der Wahrnehmung ist durchaus enthalten, daß sich alle drei Punkte auf parallelen Bahnen bewegen, daß die Bewegung des mittleren Punktes in entgegengesetzter Richtung zu der der beiden seitlichen verläuft usw. Aber die Punkte sind nicht wie im Falle des Dreiecks durch Brücklinien verbunden. Sie bilden keine einheitliche Figur, in der sie bestimmte Teileigenschaften übernehmen wie z. B. „Dreiecksspitze“ usw., sondern stellen jeder eine selbständige Figur dar. — Wurde ein Dreieck wahrgenommen, konnte das Ausmaß von Gestaltbindung der Punkte in der Gesamtfigur verschieden sein.

γ) Gelegentlich konnte nach einer gewissen Zeit der Beobachtung auch der Eindruck entstehen, daß simultan nicht drei, sondern vier Lichtpunkte gegeben waren, indem etwa der Lichtpunkt in der Position rechts oben nicht (vollständig) verschwand, wenn die Herunterbewegung einsetzte (siehe dazu schon NEUHAUS 1930).

Häufig traten negative Nachbilder in den Positionen auf, in denen die Vorlagegebeheiten lokalisiert waren. Zuweilen, meist nach längerer Beobachtungszeit, entstand auch vorübergehend der Eindruck, daß die äußeren Punkte sich nicht auf parallelen, sondern angedeutet v-förmigen Bahnen bewegten.

δ) Varianten traten auch dadurch auf, daß die Dreiheit der Punktbewegungen nicht immer koordinativ war. (Über Koordinativität vgl. BECKER und RAUSCH 1952.) Die Bewegungen des mittleren Punktes auf der einen, der beiden äußeren auf der anderen Seite konnten auch im Verhältnis der Subordination (a. a. O.) stehen. Dies konnte dadurch bewirkt sein, daß entweder der mittlere oder die beiden äußeren Punkte anschaulich einen längeren Bewegungsweg hatten oder sich durch den Realitätsgrad der Bewegung (vgl. SHIPLEY, KENNEY und KING 1945) oder die Kontinuität der Bewegung (vgl. WERTHEIMER 1912 u. a.) unterschieden.

## 2. Pendelndes Dreieck (rechts) [PR-Phänomen].

### a) *Grundform der Bewegung.*

Bei dieser Gruppe von Phänomenen konstituieren die Lichterpaare  $x_1 - y_3$ ,  $x_2 - y_2$  und  $x_3 - y_1$  jeweils einen anschaulichen Lichtpunkt, der sich zwischen den entsprechenden Positionen hin und her bewegt (s. Abb. IIIb). Unter diesen Verhältnissen sahen die Vpn fast immer ein Dreieck, das hin und her pendelte. In Anlehnung an die Beschreibungen, die die Vpn diesem häufigsten Phänomen innerhalb der in diesem Abschnitt zu besprechenden Gruppe gaben, bezeichnen wir die Phänomene dieses Abschnitts mit dem Stichwort: Pendelndes Dreieck (rechts), da die Anfangsdrehung des Dreiecks von der Vp aus gesehen „nach rechts“, d. h. im Uhrzeigersinn, erfolgt.

### b) *Varianten.*

α) X-Positionen als „Ausgangslage“. — Eine besonders häufige Fassung war die folgende: Die Lichtpunkte der X-Gruppe erscheinen als ein Dreieck, dessen horizon-

tale Grundseite durch die Lämpchen  $x_2$  und  $x_3$  und dessen Spitze durch Lämpchen  $x_1$  gebildet wird. Beim Verlöschen der X-Lichter und dem Aufleuchten der Y-Lämpchen stellt sich das Dreieck auf den rechten Eckpunkt seiner Grundseite, der dabei nach  $y_1$  wandert. Dadurch kommt die Grundseite aus ihrer horizontalen Lage in eine von rechts unten nach links oben verlaufende Schräglage (markiert durch die Lämpchen  $y_1$  und  $y_2$ ), und die Spitze des Dreiecks verschiebt sich von  $x_1$  nach  $y_3$ . Im nächsten Abschnitt des objektiven Geschehens, dem Verlöschen der Y- und (Wieder)Aufleuchten der X-Lichter, bewegt sich das Dreieck wieder in die erste Lage. Die einzelnen Dreieckspunkte beschreiben die gleichen Wege wie vorher, nur in umgekehrter Richtung.

$\beta$ ) Y-Positionen als Ausgangslage. — Das Phänomen des hin und her pendelnden Dreiecks konnte jedoch auch zustande kommen, wenn nicht die Lichtpunkte der X-Gruppe die Ausgangslage des Dreiecks bestimmten, sondern die Y-Lichter. Die Vpn sahen in diesem Fall ein auf der Spitze (Licht  $y_1$ ) stehendes Dreieck, das nach der linken Seite „umfiel“ und sich „wieder aufrichtete“.

### c) *Phänomenologische Besonderheiten.*

$\alpha$ ) Wie beim RR-Phänomen (s. S. 21) gliedert sich auch bei PR das anschauliche Geschehen in natürliche Abschnitte, die jeweils zwei Bewegungsschritte umfassen („Aufrichten“ und „Wieder-Zurückfallen“ des Dreiecks). Diese Abschnitte bilden die Einheit, deren ständige Wiederholung das Gesamtgeschehen ausmacht. Ferner scheinen auch bei dieser Bewegungsform die Lichtpunkte in den Positionen, in denen die Lichter lokalisiert sind, im Gegensatz zu dem glatten Durchlauf durch die Vielzahl der übrigen Lagen, einen Augenblick zu verharren.

Die beiden Endlagen, die das sich bewegende Dreieck einnimmt, sind anschaulich fast nie gleichwertig. Vielmehr erscheint in dem unter b,  $\alpha$ ) beschriebenen Fall die Lage, bei der die Grundseite in die Horizontale fällt, als die eigentliche, natürliche, ungestörte Lage.

Demgegenüber hat die Lage, bei der die Grundseite des Dreiecks schräg verläuft, anschaulich die Eigenschaft des Vorübergehenden, Gestörten, Unnatürlichen. Das Dreieck bewegt sich genau genommen nicht zwischen zwei Lagen hin und her, sondern es hat nur eine Lage, die ihm eigentlich zukommt, und aus dieser Lage bewegt es sich hinaus, aber nur, um sofort wieder in sie zurückzukehren. Die Schräglage hat anschaulich den Charakter des Labilen, des Vorübergehenden und Unbeständigen (nicht etwa den des labilen Gleichgewichts), in dem die Tendenz zur Rückkehr in die Normallage schon enthalten ist. (Vgl. RAUSCH 1950, S. 219. Allerdings beziehen sich die dortigen Ausführungen hauptsächlich auf „geforderte Änderungen“ der Figur f o r m, weniger wie hier auf die Lage der Figur.)

In dem unter b,  $\beta$ ) beschriebenen Fall, in dem ein auf der Spitze stehendes Dreieck Bewegungen ausführte, ist die „Normallage“ die durch die Y-Lichter markierte. Diese Lage hat den Charakter eines „labilen Gleichgewichts“, die Figur „fällt um“ in die durch die X-Lichter bestimmte Position. Dann wirkt sich die Anziehungskraft der „Normallage“, der „Ausgangslage“ wieder aus, und die Figur „richtet sich wieder auf“.

$\beta$ ) Wir hatten in der bisherigen Darstellung unterschieden, ob die X- oder die Y-Lichter die Normallage des Dreiecks markierten. In beiden Fällen sah man „stehende“ Dreiecke. In einem Fall (X-Lichter) steht das Dreieck auf der „Basis“ (Lich-

ter  $x_2$  und  $x_3$ ), die „Spitze“ (Licht  $x_1$ ) ist oben. Im anderen Fall steht es auf der (unten befindlichen) „Spitze“ ( $y_1$ ), und die darüber befindliche horizontal verlaufende Seite ( $y_2y_3$ ) ist dieser Spitze als besonders akzentuierter Figurteil zugeordnet. In beiden Fällen verläuft eine Haupterstreckung der Figur parallel zum Lot von der Spitze auf die horizontale Seite, die andere senkrecht zu dieser Erstreckung. Beide Haupterstreckungen der Figur fallen in diesen Lagen also in die Hauptraumrichtungen. Damit wird der Prägnanzfall der Affinität von figuraler Struktur und figuraler Lage verwirklicht (vgl. RAUSCH 1952a).

In der nächsten Phase des objektiven Geschehens wird diese prägnante (Gesamt-) Struktur durch die Ortsverlagerung des Dreiecks gestört.

Betrachten wir zunächst nur den Fall, in dem die Normallage der Figur durch die X-Lichter bestimmt wird und bezeichnen die „Spitze“ des Dreiecks (Licht  $x_1$ ) mit  $\mathfrak{A}$ , die Eckpunkte der „Basis“ ( $x_2$  und  $x_3$ ) mit  $\mathfrak{B}$  und  $\mathfrak{C}$ . Die Basis  $\mathfrak{B}\mathfrak{C}$  verläuft nach der durch den Lichterwechsel hervorgerufenen Bewegung der Figur (ein unverändertes räumliches Bezugssystem vorausgesetzt, vgl. RAUSCH 1952a, S. 172 f.) nicht mehr waagerecht, sondern schräg, da Genidentität zwischen den Lichtern  $x_2 - y_2$  und  $x_3 - y_1$  besteht (s. Abb. III b). Ebenso liegt die Spitze des Dreiecks,  $\mathfrak{A}$ , wegen der Genidentität von  $x_1$  und  $y_3$  nicht mehr senkrecht über der „Basis“. Vielmehr verläuft jetzt die Dreiecksseite  $\mathfrak{B}, \mathfrak{A}$  ( $y_2y_3$ ) horizontal, und  $\mathfrak{C}$  liegt senkrecht unter ihrem Mittelpunkt. Daher läge es in dieser Figurlage nahe, ein auf der „Spitze“  $\mathfrak{C}$  ( $y_1$ ) stehendes Dreieck mit Seite  $\mathfrak{A}, \mathfrak{B}$  als besonders gewichtigem Figurteil zu verwirklichen, bei dem die figuralen Haupterstreckungen (wieder) in die Hauptraumrichtungen fallen. Dazu wäre jedoch eine Umstrukturierung erforderlich, in deren Verlauf die anschaulich genidentischen Punkte  $\mathfrak{A}$  und  $\mathfrak{C}$  ihre Rollen, nämlich „Spitze“ bzw. „Basisseckpunkt“ zu sein, wechseln.

Im Falle des auf der Basis stehenden Dreiecks (X-Lichter markieren die Normallage) bleibt die figurale Struktur in der Regel trotz der ungünstigen Lage während des Aufleuchtens der Y-Lichter erhalten. Bei der (vergleichsweise schwächeren und seltener verwirklichten) Struktur des auf der Spitze stehenden Dreiecks (Normallage durch Y-Lichter markiert) erfolgt demgegenüber während des Aufleuchtens der X-Lichter häufig die Umstrukturierung in ein auf der Basis stehendes Dreieck, bei der genidentische Anschauungsobjekte ihre figurale Rolle wechseln müssen. Dadurch bekommt das Geschehen vielfach einen unruhigen Gesamtcharakter.

γ) Die Bewegung der Dreieckspunkte war in verschieden starkem Maße thematisch. Fast immer stand die Bewegung des Punktes zwischen  $x_2$  und  $y_2$  (der außer bei B-Anordnung der Lämpchen objektiv die längste Bewegungsbahn hatte) anschaulich im Vordergrund. Demgegenüber wurde die Bewegung des Punktes zwischen  $x_3$  und  $y_1$  (anfangs) oft gar nicht bemerkt oder zumindest im Ausmaß unterschätzt. Dieser Punkt fungierte in erster Linie als Drehpunkt für die Bewegung der Gesamtfigur. Seine eigene Verlagerung trat dadurch in den Hintergrund.

Soweit die Bewegung des „Drehpunktes“ doch bemerkt wurde, verlief sie auf einer geradlinigen Bahn (der Punkt „rutschte hin und her wie auf einer Schiene“), während die Bewegung der beiden anderen Punkte auf leicht konvexen Bahnen erfolgte.

δ) Die Bewegung des Dreiecks aus der Normallage heraus erfolgte anschaulich häufig durch einen Impuls, der von außen auf einen Punkt der Figur einwirkte. Dieser Eindruck war in den Reihen, in denen akustische Nebenreize vorhanden waren, deutlicher als bei nur optischer Reizung und läßt sich vor allem am Beispiel des auf

der Basis ruhenden Dreiecks gut verdeutlichen. Häufig schien es z. B., als ob der linke Basispunkt von einem von unten kommenden Impuls getroffen und nach oben geschleudert würde, wodurch die ganze Figur, die um den rechten Basispunkt drehbar erschien, die beschriebene Verlagerung erfuhr und anschließend wieder in die „Normallage“ zurückfiel. Manchmal bestand auch der Eindruck, als ob eine von oben her ansetzende Kraft den linken Eckpunkt hochziehen und die Bewegung bewirken würde. Ebenfalls häufig wurde die Bewegung der Figur durch einen Impuls in Gang gebracht erlebt, der auf die Spitze des Dreiecks einwirkte. Diese erschien dann im allgemeinen von einer in horizontaler Richtung wirkenden Kraft nach rechts gezogen zu werden, wodurch die Figur, die, wie beschrieben, im rechten Eckpunkt der Grundseite drehbar erschien, die entsprechende Verlagerung erfuhr. In selteneren Fällen erlebte man den rechten Eckpunkt der Figur als nach links geschoben oder gestoßen (durch eine von rechts ansetzende Kraft) und die Bewegung dadurch ausgelöst.

ε) Ganz vereinzelt und kurzfristig und meist nur, wenn die  $V_{pn}$  in den Versuchen mit längerer Beobachtungszeit entgegen der Instruktion in eine nach neuen Phänomenen suchende Einstellung verfielen, konnten auch einmal andere Dreiecksstrukturen gesehen werden als die beschriebenen. So z. B. ein „an der Spitze hängendes Dreieck, das wie eine Glocke hin und her schwingt“. Die Ausführungen über die Form der Bewegungsbahnen der Punkte, Normallage etc., gelten in entsprechender Weise auch für diese seltenen Fälle.

ζ) Im Verlauf der Pendelbewegungen erleidet die Dreiecksfigur Formveränderungen, die jedoch bei Anordnung A und C häufig erst nach längerer Beobachtungszeit, wenn überhaupt, bemerkt wurden.

Wir gehen davon aus, daß die X-Lichter als ein auf der Basis  $x_2x_3$  stehendes Dreieck aufgefaßt werden. Die „Basis“ des Dreiecks hat bei A-Anordnung eine Länge von 3,8 cm, die Länge der „Schrägseiten“ beträgt 4,3 cm. Beim Verschwinden der X- und dem Aufleuchten der Y-Lichter stellt sich das Dreieck auf den rechten Basispunkt, entsprechend besteht anschauliche Identität zwischen  $x_3$  und  $y_1$ ,  $x_2$  und  $y_2$ ,  $x_1$  und  $y_3$ . Die nunmehr schräg verlaufende „Basis“ des Dreiecks wird durch die Lichter  $y_1$  und  $y_2$  markiert, die beiden „Schrägseiten“ (von denen die eine objektiv horizontal verläuft) durch  $y_2y_3$  bzw.  $y_1y_3$ . Entsprechend den Abmessungen der Anordnung hat die Basis jetzt eine Länge von 4,3 cm, ist also um 0,5 cm oder 13% länger als in der „Ausgangslage“ des Dreiecks. Die eine „Schrägseite“ ( $y_1y_3$ ) hat ihre Länge beibehalten, dagegen hat sich die andere, jetzt objektiv horizontal verlaufende, auf 3,8 cm um 0,5 cm oder 12% verkürzt. Die beiden „Schrägseiten“ sind also jetzt im Unterschied zum Zeitpunkt des Erscheinens der X-Lichter ungleich lang. Dagegen stimmt eine von ihnen in der Länge mit der Basis überein. In der nächsten Phase des Geschehens, also wenn sich das Dreieck in die durch die X-Lichter markierte Normallage zurückbewegt, nimmt es wieder seine ursprüngliche Form an usw.

Bei C-Anordnung der Lichter und PR-Fassung hat das Aufrichten des Dreiecks aus der Lage „Basis horizontal“ eine Verkürzung der Basis von 5,7 auf 5,4 cm um 0,3 cm oder 5% zur Folge. Die vom Beobachter aus gesehen linke Schrägseite ( $x_2x_1$  bzw.  $y_2y_1$ ) verlängert sich von 5,4 auf 5,7 cm um 0,3 cm oder 6%. Die rechte Schrägseite ( $x_1x_3$  bzw.  $y_1y_3$ ) bleibt längenkonstant.

Bei der B-Anordnung sind die quantitativen Verhältnisse, wenn man von der oben beschriebenen Wahrnehmungssituation ausgeht, folgende: Die Länge der Drei-

ecksbasis verringert sich beim Aufrichten von 7,6 auf 5,4 cm, also um 2,2 cm oder 28%. Die eine Schrägseite verlängert sich von 5,4 auf 7,6 cm, um 2,2 cm oder 41%, während die andere unverändert bleibt.

Bei diesem hohen Grad objektiver Formveränderung wurde meist schon in den ersten Beschreibungen auf die entsprechenden Veränderungen der Figur hingewiesen.

η) Die Stärke der Gestaltbindung der Lichtpunkte in der Dreiecksfigur war verschieden. Vor allem bei B-Anordnung der Lichter kam es gelegentlich sogar vor, daß die Bewegung von Einzelpunkten wahrgenommen wurde. Bei dieser Fassung wirkt das Gesamtgeschehen wesentlich unübersichtlicher, als wenn sich ein Dreieck bewegt. Die Bewegungsbahnen der Einzelpunkte sind nicht gekrümmt, sondern geradlinig. Der anschauliche Unterschied zwischen der Einzelpunktfassung und irgendeiner der beschriebenen Dreiecksfassungen war weitaus größer als die Unterschiede der Dreiecksfassungen untereinander.

θ) Räumliche Phänomene traten bei diesen Zuordnungsverhältnissen nicht auf.

### 3. Pendelndes Dreieck (links) [PL-Phänomen].

#### a) *Grundform der Bewegung.*

Bei dieser Gruppe von Phänomenen wurden die bewegungskonstituierenden Zuordnungen  $x_1 - y_2$ ,  $x_2 - y_1$  und  $x_3 - y_3$  verwirklicht. Die Bewegungsbahnen bei diesen Zuordnungsverhältnissen sind in Abb. IIIc angegeben. Wie man sieht, stimmen die Verhältnisse bei dieser Zuordnungskonstellation bis auf Links-Rechts-Vertauschung mit denen bei PR überein. Anstelle eines Dreiecks, das sich auf den rechten Eckpunkt seiner horizontalen Grundseite stellt, wobei der linke Eckpunkt senkrecht hochwandert und die Spitze sich nach rechts bewegt, sieht man hier ein Dreieck, das sich auf den linken Grundseiteneckpunkt stellt, wobei der rechte Eckpunkt hochwandert und die Spitze sich nach links herüber bewegt.

#### b) *Phänomenologische Varianten.*

Mit sinngemäßer Abänderung gilt alles für die vorige Gruppe von Phänomenen Gesagte auch für diesen Fall.

Lediglich das Ausmaß der Formänderungen einer bewegt gesehenen Dreiecksfigur ist bei C-Anordnung für PL anders als für PR. Die „Basis“ des Dreiecks ( $x_2x_3$  bzw.  $y_1y_3$ ) verkürzt sich beim Erlöschen der X- und dem Aufleuchten der Y-Lichter von 5,7 auf 4,3 cm um 1,4 cm oder 25%. Die vom Beobachter aus gesehen rechte Schrägseite ( $x_1x_2$  bzw.  $y_2y_3$ ) verlängert sich um 1,4 cm oder 33% von 4,3 auf 5,7 cm. Die dritte Seite ( $x_1x_2$  bzw.  $y_1y_2$ ) verändert ihre Länge nicht. Diese starken Formänderungen werden meistens schon bei den ersten Ansätzen zur Beschreibung des Phänomens erwähnt.

#### 4. Diagonalbewegung (rechts) [DiagR-Phänomen] <sup>5)</sup>.

##### a) *Grundform der Bewegung.*

Dieser Gruppe von Phänomenen liegen die Zuordnungen  $x_1 - y_2$ ,  $x_3 - y_1$ ,  $x_2 - y_3$  zugrunde (Abb. IIId).

##### b) *Phänomenologische Besonderheiten.*

Phänomenologisch ist folgendes festzustellen: Die Ausgangskonstellation, die die natürliche Lage der bewegt gesehenen Objekte angibt, ist durch die Darbietung der X-Lichter gegeben. Zwei Bewegungsschritte (aus den X-Positionen in die Y-Positionen und wieder zurück) bilden die natürliche Einheit des anschaulichen Geschehens (s. S. 21 und 23).

Die beschriebenen Formen von Bewegung können als Bewegungen von Einzelpunkten verwirklicht werden. In diesem Fall tritt die diagonal gerichtete Bewegung von  $x_2$  nach  $y_3$  stärker hervor als die Bewegungen der beiden anderen Punkte. Außerdem ist die Bewegung von links unten nach rechts oben (von  $x_2$  nach  $y_3$ ) stärker akzentuiert als die gegenläufige Bewegung von rechts oben nach links unten (von  $y_2$  nach  $x_2$ ).

Es ist jedoch auch möglich, nicht die Bewegung von Einzelpunkten wahrzunehmen, sondern das Geschehen zu gliedern in die Bewegung einer „Stange“ und eines singulären Punktes. Die Stange wird markiert durch die Lichter  $x_1$  und  $x_3$  bzw.  $y_1$  und  $y_2$  und bewegt sich zwischen den entsprechenden Positionen hin und her.

Die Bewegungsbahnen sind in allen Fällen geradlinig. Räumliche Phänomene traten nicht auf.

#### 5. Diagonalbewegung (links) [DiagL-Phänomen].

Wie Abb. IIIe zeigt, entsprechen die Verhältnisse den im vorigen Abschnitt beschriebenen. Es liegt auf Grund der Zuordnungen  $x_2 - y_1$ ,  $x_1 - y_3$  und  $x_3 - y_2$  gegenüber den bereits beschriebenen Gegebenheiten lediglich Links-Rechts-Vertauschung vor. Das oben Gesagte gilt, auch mit Hinblick auf die phänomenologischen Besonderheiten, sinngemäß.

#### 6. Kreuzbewegung [Kreuzb].

Abb. IIIf veranschaulicht die Bewegungsbahnen, die sich mehrfach überkreuzen. Das Phänomen kommt zustande durch bewegungskonstituierende Zuordnungen zwischen den Lichtern  $x_1 - y_1$ ,  $x_2 - y_3$ ,  $x_3 - y_2$ . Eine derartige Bewegungsfassung wurde nur von einer Vp bei A-Anordnung wahrgenommen und auch von dieser nicht in Form von Optimalbewegung. Es lag zwar eindeutig Genidentität zwischen zugeordneten Lichtpunkten vor, jedoch war die Bewegung zwischen den Positionen sehr ruckhaft und undeutlich. Phänomenologische Besonderheiten konnten darüber hinaus nicht festgestellt werden.

<sup>5)</sup> Diese Fassung und die in den Abschnitten 5. und 6. beschriebenen Phänomene wurden bei C-Anordnung nicht beobachtet.

## 7. „Teilen — Zusammenschließen“ [TS-Phänomen].

### a) *Grundform der Bewegung.*

Zugrunde liegen die bewegungskonstituierenden Zuordnungen  $x_1 - y_2$ ,  $x_1 - y_3$ ,  $x_2 - y_1$ ,  $x_3 - y_1$ . Abb. IIIg dient zur Veranschaulichung der auftretenden Bewegungen.

Bei der überwiegend verwirklichten Variante dieser Phänomengruppe sieht die Vp, daß sich beim Verschwinden der X-Lichter und dem Aufleuchten der Y-Lämpchen der obere einzelne Punkt (konstituiert durch Licht  $x_1$ ) in zwei Hälften teilt, die in die Positionen  $y_2$  und  $y_3$  wandern. Gleichzeitig schließen sich die Punkte in  $x_2$  und  $x_3$  (repräsentiert durch die Lichter  $x_2$  und  $x_3$ ) zu einem Punkt in Position  $y_1$  zusammen.

In der nächsten Phase des objektiven Geschehens, dem Verschwinden der Y- und (Wieder)Erscheinen der X-Lichter, spielt sich der umgekehrte Vorgang ab: Die Punkte in  $y_2$  und  $y_3$  bewegen sich nach Position  $x_1$  hin und schließen sich dort zu einem Punkt zusammen, während sich gleichzeitig der Punkt in  $y_1$  in zwei Teile aufspaltet, die in die Positionen  $x_2$  und  $x_3$  wandern usw. Den Beschreibungen der Vpn entsprechend, wird für die in diesem Abschnitt zu besprechenden Phänomene die Bezeichnung „Teilen und Zusammenschließen“ (TS-Phänomene) verwendet.

Das gegenüber den bereits besprochenen Phänomenen prinzipiell Andere bei dieser Art von Wahrnehmung besteht darin, daß die simultan wahrgenommenen drei Lichtpunkte nicht als einheitliche Objekte erhalten bleiben. Anschauliche Genidentität besteht zwischen einem Punkt der einen und zweien der folgenden Darbietung bzw. zwei Punkten der einen und einem der folgenden Exposition.

Licht  $x_1$  steht sowohl mit  $y_2$  als mit  $y_3$  in bewegungskonstituierender Beziehung, Licht  $y_1$  sowohl mit  $x_2$  als mit  $x_3$ . Bei der Angabe der bewegungskonstituierenden Zuordnungen ist dem Rechnung getragen.

### b) *Varianten und phänomenologische Besonderheiten.*

Auch bei den TS-Phänomenen besteht ein anschaulicher Geschehensabschnitt aus zwei Bewegungsschritten (s. S. 21, 23 und 27). Die beiden Schritte bestehen hier darin, daß sich ein Punkt teilt und sich wieder zusammenschließt (bzw. zwei Punkte sich zusammenschließen und wieder teilen). Phänomenologisch ist wiederum zu unterscheiden, ob sich anschaulich selbständige Einzelpunkte bewegen oder ob mehrere der simultan erscheinenden Punkte durch Brückenlinie zu einheitlichen Gebilden verbunden sind. Beides kommt vor.

Bei der Einzelpunktfassung können, möglicherweise in Abhängigkeit vom Blickverhalten, große Unterschiede zwischen der anschaulichen Gewichtigkeit der Bewegungsvorgänge bei den oberen und bei den unteren Punkten bestehen. Sowohl die Bewegung der oberen als auch die der unteren Punkte kann anschaulich im Vordergrund stehen.

Es war jedoch auch möglich, ein Dreieck zu sehen, dessen Spitze einmal oben, einmal unten war, da sich jeweils abwechselnd die Eckpunkte der horizontal verlaufenden Seite zu einem Punkt (der „Spitze“) zusammenschlossen, während sich gleichzeitig die bisherige „Spitze“ in zwei Punkte aufteilte, die Eckpunkte der horizontal verlaufenden Seite wurden.

In manchen Fällen waren auch nur die Lichtpunkte  $x_1x_2$  und  $x_1x_3$  durch Brückenslinien verbunden (und entsprechend  $y_1y_2$  und  $y_1y_3$ ), während zwischen den Punkten  $x_2x_3$  (und entsprechend  $y_2y_3$ ), die bei der Dreiecksfassung die Horizontalseite des Dreiecks konstituieren, keine Verbindung bestand. Man sieht dann zwei Stangen, die abwechselnd den oberen (Licht  $x_1$ ) und den unteren Endpunkt (Licht  $y_1$ ) gemeinsam haben. Jede Stange dreht sich um ihren Mittelpunkt zwischen den Positionen  $x_1x_2$  und  $y_1y_2$  bzw.  $x_1x_3$  und  $y_1y_3$  hin und her.

Bei einer Vp traten auch räumliche Effekte auf. Die gesamte Konstellation erschien in diesem Fall als ein Gebilde, das aus zwei gleichschenkligen Dreiecken besteht, von denen eins die horizontal verlaufende Seite unten, die Spitze oben hat, während das andere umgekehrt orientiert ist. Die Dreiecke schneiden sich im rechten Winkel, wobei die Schnittlinie für beide Dreiecke Mittelsenkrechte der horizontal verlaufenden Seite ist. Dieses Gebilde führt Drehungen um eine durch die Schnittlinie der Dreiecke verlaufende Achse aus. Im Verlauf der Drehung liegt einmal das eine, ein anderes Mal das andere Dreieck in der Schirmebene, so daß beide Eckpunkte der horizontalen Seite zu sehen sind, während bei dem anderen Dreieck, das in diesem Augenblick einen rechten Winkel mit der Schirmebene bildet, diese Eckpunkte hintereinander liegen; der eine vor, der andere vom Beobachter aus gesehen hinter der Schirmebene, so daß der vordere den hinteren verdeckt.

## 8. Drehendes Dreieck (rechts) [DrR-Phänomen].

### a) *Grundform der Bewegung.*

Bei dieser Fassung sehen die Vpn fast immer ein Dreieck, das vollständige Drehungen im Uhrzeigersinn ausführt, wie das Abb. IIIh angibt. Ganz selten trat ein entsprechendes Phänomen in Form von einzelnen Punkten auf, die „hintereinander herliefen“.

### b) *Besonderheiten der anschaulichen Genidentitätsverhältnisse.*

So einfach dieses Geschehen in seinem ganzheitlichen Charakter beschrieben werden kann, so kompliziert werden die Verhältnisse, wenn man die bewegungskonstituierenden Punktzuordnungen und die anschaulichen Identitätsverhältnisse analysierend betrachtet.

Bei den vorher beschriebenen Bewegungsphänomenen konstituieren jeweils zwei Lichter ein anschaulich identisches Objekt, das sich zwischen den Positionen, in denen die beiden Lichter erscheinen, hin und her bewegt.

Bei dem Phänomen eines vollständigen Drehungen ausführenden Dreiecks konstituieren jedoch alle sechs dargebotenen Lichter einen anschaulich identischen Lichtpunkt, der sich in den verschiedenen Phasen des Geschehens sukzessiv durch die Positionen der sechs Lichter hindurchbewegt.

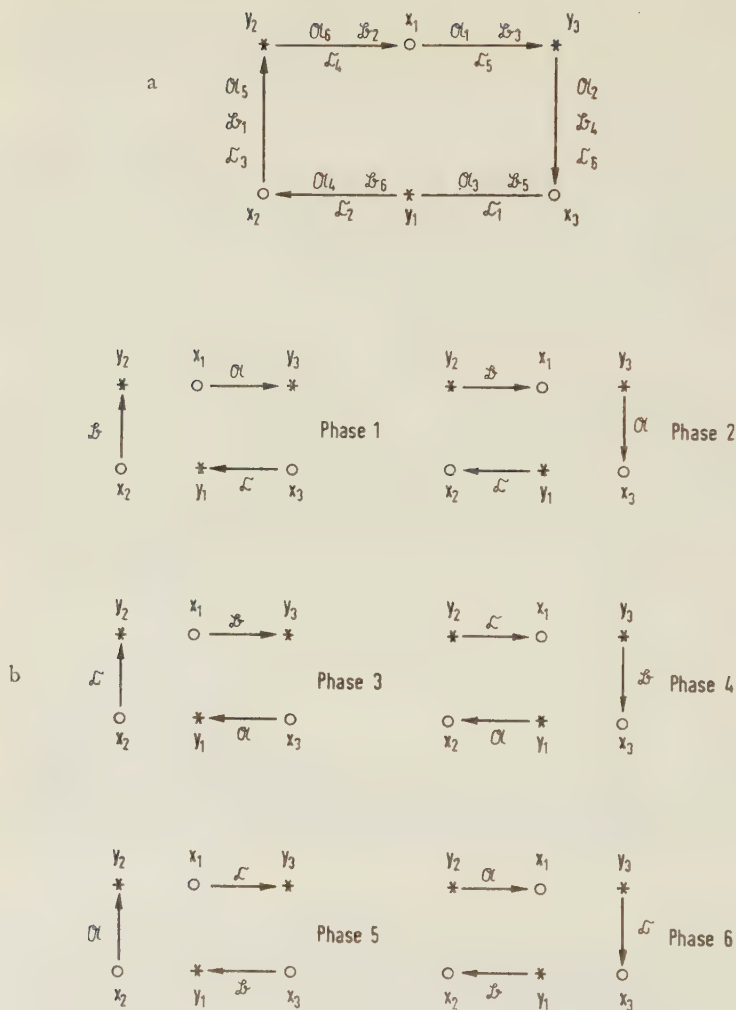


Abb. 3. a) Bewegung der Anschauungsobjekte  $\mathfrak{A}$  (in der 0-Phase repräsentiert durch Licht  $x_1$ ),  $\mathfrak{B}$  (in der 0-Phase repräsentiert durch Licht  $x_2$ ) und  $\mathfrak{C}$  (in der 0-Phase repräsentiert durch Licht  $x_3$ ) beim DrR-Phänomen. — Die arabischen Zahlen als Indices bezeichnen die Geschehensphase, in der sich das betreffende Anschauungsobjekt auf der angegebenen Bahn bewegt. — b) Die gleichen Vorgänge wie in a), jedoch sind die verschiedenen Zeitphasen auch räumlich getrennt (vgl. auch S. 74).

Gehen wir von der Darbietung der X-Lichter aus (Null-Phase) und bezeichnen das in Position  $x_1$  lokalisierte Anschauungsobjekt mit  $\mathfrak{A}$ , die Lichtpunkte in  $x_2$  bzw.  $x_3$  mit  $\mathfrak{B}$  bzw.  $\mathfrak{C}$  und abstrahieren davon, ob es sich bei den Lichtpunkten um Eckpunkte eines Dreiecks oder um selbständige Einzelpunkte handelt. Beim Verlöschen der X-Lichter und dem Aufleuchten der Y-Lichter (Geschehensphase 1) bewegt sich  $\mathfrak{A}$  von  $x_1$  nach  $y_3$ .  $\mathfrak{B}$  bewegt sich gleichzeitig von  $x_2$  nach  $y_2$  und  $\mathfrak{C}$  von  $x_3$  nach  $y_1$ . Die Lichter  $x_2$  und  $y_2$  sind also objektive Korrelate von  $\mathfrak{B}$ ,  $x_3$  und  $y_2$  solche von  $\mathfrak{C}$ .  $\mathfrak{A}$  liegt jetzt in  $y_3$ ,  $\mathfrak{B}$  in  $y_2$ ,  $\mathfrak{C}$  in  $y_1$ . In der nächsten Phase (Phase 2) des objektiven Geschehens, nämlich dem Verschwinden der Y- und dem (Wieder)Aufleuchten der X-Lichter, sind objektiv die gleichen Verhältnisse gegeben wie in der Ausgangssituation (Null-Phase), anschaulich jedoch keineswegs. Anschauungsobjekt  $\mathfrak{A}$ , ursprünglich in  $x_1$  lokalisiert, hat sich jetzt nach  $x_3$  bewegt, die Lichtpunkte  $\mathfrak{B}$  und  $\mathfrak{C}$  verlagern sich nach  $x_1$  bzw.  $x_2$ , während sie in der Null-Phase die Positionen  $x_2$  bzw.  $x_3$  innehatten. In Phase 3 des Geschehens erlöschen wiederum die Lämpchen der Gruppe X, während die Y-Lämpchen (wieder)aufleuchten. Der anschauliche Lichtpunkt  $\mathfrak{A}$  bewegt sich nach  $y_1$ ,  $\mathfrak{B}$  wandert nach  $y_3$  und  $\mathfrak{C}$  nach  $y_2$ . Phase 4 bringt eine Verlagerung von  $\mathfrak{A}$  nach  $x_2$ , von  $\mathfrak{B}$  nach  $x_3$  und von  $\mathfrak{C}$  nach  $x_1$ . Entsprechend wandert in Phase 5  $\mathfrak{A}$  von  $x_2$  nach  $y_2$ , während  $\mathfrak{B}$  und  $\mathfrak{C}$  in Lage  $y_1$  und  $y_3$  wechseln. Erst Phase 6 führt wieder zur anschaulichen Ausgangssituation:  $\mathfrak{A}$  in  $x_1$ ,  $\mathfrak{B}$  in  $x_2$  und  $\mathfrak{C}$  in  $x_3$ .

Abb. 3 gibt eine Übersicht über die Positionen, in denen sich die drei anschaulichen Objekte in den verschiedenen Phasen des Geschehens befinden und welche Lichter jeweils ein bestimmtes Anschauungsobjekt konstituieren.

Man sieht, wie jede der anschaulich identischen Gegebenheiten sukzessiv alle sechs Lichter als objektive Korrelate hat. Jeder Punkt führt also einen „vollständigen Umlauf“ auf der Peripherie der von den objektiven Lichtern gebildeten Figur aus. Dabei bewegen sich die drei anschaulich identischen Lichtpunkte sukzessiv in der gleichen Richtung auf den gleichen Bahnen.

### c) *Phänomenologische Besonderheiten.*

Die Bewegung erscheint mehr oder weniger ruckartig, mit mehr oder weniger Betonung der Lagen des sich drehenden Dreiecks, die durch die objektiven Lichter markiert sind. Es muß angemerkt werden, daß nicht immer eine vollständige Drehung wahrgenommen wurde. Es kam auch vor, daß das Dreieck sich nur während zweier oder dreier Phasen des objektiven Geschehens in Uhrzeigerichtung drehte, und dann ein Umschlag zu einer anderen Fassung erfolgte. Wir rechnen diese Phänomene mit zu den Drehphänomenen, weil die Vpn in diesen Fällen übereinstimmend erklärten, das Dreieck habe „angefangen, sich zu drehen, habe aber die Drehung nicht ganz vollenden können“. Ein derartiges Phänomen wurde also nicht als eigenständige Bewegungsform betrachtet, sondern als Privativ der prägnanten vollständigen Drehung. (Zum Begriff der Privation s. RAUSCH 1952b und 1966.)

Die Unterscheidung zwischen „natürlichen“ und von der wahrgenommenen Figur vorübergehend verwirklichten Lagen war dabei oft nicht so stark ausgeprägt wie bei den P-Phänomenen (PR und PL), wenigstens was die Verhältnisse

innerhalb der sechs Lagen (s. Abb. 3) der Figur betrifft, bei denen objektive Reizgrundlagen gegeben waren. Die Figur erschien nicht unbedingt als eine solche, die sich zunächst in einer „Ausgangslage“ befand, aus der sie sich entfernt und in die sie wieder zurückkehrt, sondern konnte als eine in Bewegung befindliche aufgefaßt werden, die sich sukzessiv durch verschiedene (annähernd) gleichwertige Lagen bewegte.

Deutlich ausgeprägt war die Unterteilung des Prozesses in „natürliche Abschnitte“ (s. S. 21, 23, 27), die jedoch in diesem Falle jeweils sechs Bewegungsschritte umfaßten und in Form eines vollständigen Umlaufs die Figur wieder die Lage erreichen ließen, von der aus die Bewegung begonnen hatte.

Hinsichtlich der Formänderungen, die das Dreieck bei der Drehung erfährt, gilt das in Zusammenhang mit den PR- und PL-Phänomenen Ausgeführte (s. S. 25), da die verschiedenen Bewegungsschritte des DrR-Phänomens abwechselnd einem Bewegungsschritt der PR- und der PL-Bewegung entsprechen.

Bemerkenswert ist übrigens auch, daß bei diesem Phänomen die Punkte ihre relative Lage zum anschaulichen Körper-Ich radikal verändern. So befindet sich etwa der „linke Basispunkt“ in der Ausgangslage „links von mir“ (vom Schnitt der Medianebene des Kopfes mit der Schirmebene), in Phase 4 jedoch „rechts von mir“ usw.

## 9. Drehendes Dreieck (links) [DrL-Phänomen].

Ebenso wie die vollständige Drehung eines Dreiecks im Uhrzeigersinne wurde eine solche gegen den Sinn des Uhrzeigers wahrgenommen (s. Abb. IIIi).

| Anschauliches Objekt   | Ⓐ                              | Ⓑ                              | Ⓒ                              |
|------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|                        | Position bzw. objekt. Korrelat | Position bzw. objekt. Korrelat | Position bzw. objekt. Korrelat |
| Ausgangslage (0-Phase) | x <sub>1</sub>                 | x <sub>2</sub>                 | x <sub>3</sub>                 |
| Geschehensphase 1      | y <sub>2</sub>                 | y <sub>1</sub>                 | y <sub>3</sub>                 |
| 2                      | x <sub>2</sub>                 | x <sub>3</sub>                 | x <sub>1</sub>                 |
| 3                      | y <sub>1</sub>                 | y <sub>3</sub>                 | y <sub>2</sub>                 |
| 4                      | x <sub>3</sub>                 | x <sub>1</sub>                 | x <sub>2</sub>                 |
| 5                      | y <sub>3</sub>                 | y <sub>2</sub>                 | y <sub>1</sub>                 |
| 6                      | x <sub>1</sub>                 | x <sub>2</sub>                 | x <sub>3</sub>                 |
|                        | wie Ausgangslage (0-Phase)     |                                |                                |

Tabelle 1

Tab. 1 gibt die entsprechenden bewegungskonstituierenden Zuordnungs- und Identitätsverhältnisse an, im übrigen gilt alles im vorigen Abschnitt Gesagte auch für die Linksdrehung; daher kann hier auf eine nochmalige Veranschaulichung (s. Abb. 3) verzichtet werden.

## 10. Vertikale Bewegung der äußeren Punkte [vert<sub>a</sub>] <sup>6)</sup>.

Bei allen bisher beschriebenen Phänomenen war das Gesetz der vollkommenen Angleichung (v. SCHILLER 1933) oder das Gesetz des Aufgehens ohne Rest (WERTHEIMER 1923, METZGER 1934) erfüllt. Es gab jedoch, wenn auch nur vereinzelt, Phänomene, die dieser Tendenz nicht entsprachen.

Eines dieser Phänomene veranschaulicht Abb. IIIj. In diesem Fall ist Bewegung zwischen den beiden Paaren von äußeren Punkten entsprechend den Zuordnungen  $x_2 - y_2$ ,  $x_3 - y_3$  gegeben. Jedoch wird nicht ein mittlerer Punkt, der sich bewegt, wahrgenommen, sondern zwei, die sukzessiv aufleuchten. Wenn das (meistens durch eine Brückenlinie verbundene) Punktpaar sich oben befindet, leuchtet in der Mitte unten ein Lichtpunkt auf; wenn es sich unten befindet, erscheint in der Mitte oben ein anderer Lichtpunkt.

Auch bei diesem Phänomen (und in entsprechender Weise auch bei den im folgenden beschriebenen Bewegungsformen mit Ausnahme des kl.Krsl., s. S. 34) umfaßt ein natürlicher Abschnitt des Geschehens zwei Bewegungsschritte: Das Punktpaar „geht herauf und wieder herunter“.

Häufig wurde dieses Phänomen wie folgt beschrieben: Eine horizontale Stange bewegt sich herauf und herunter und verdeckt, wenn sie in die obere bzw. untere Grenzlage kommt, dort einen Lichtpunkt, der in der Mitte zu sehen war. Die Bewegung der Außenpunkte konnte dabei räumlich erscheinen, wenn auch nicht so ausgeprägt wie bei der entsprechenden Variante des RR-Phänomens (s. S. 20 f.).

In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, daß man das Auftreten von Phänomenen, bei denen nicht alle Punkte am Bewegungsgeschehen teilnehmen, unter Umständen übersehen kann. Es kann durchaus vorkommen, daß eine Vp zunächst angibt, etwa das „gewöhnliche“ RR-Phänomen zu verwirklichen, bei dem alle Punkte am Bewegungsgeschehen teilnehmen. Bei eingehender Exploration stellt sich dann aber möglicherweise heraus, daß zumindest zunächst nur die Bewegung der beiden äußeren Punkte im eigentlichen Sinne ‚wahrgenommen‘ wurde, während die Bewegung eines mittleren Punktes als in das ‚gesamte Bild hineingehend‘ nur erschlossen wurde und in unmittelbar wahrnehmungsmäßig gegebener Form erst etwas später auftrat. — Bei den weiter unten zu beschreibenden quantitativen Versuchen, bei denen während des Versuches keine Unterbrechungen durch Befragung der Vpn auftreten sollten, wurde kein einziges Mal über ein Phänomen berichtet, bei dem nicht alle Punkte am Bewegungsgeschehen teilnahmen. Während der qualitativen Versuche ließen sich solche Fassungen dagegen zweifelsfrei nachweisen, wenn auch selten.

Diese Hinweise gelten analog für die in den nächsten Abschnitten zu beschreibenden Phänomene.

---

<sup>6)</sup> Dieses und die in den folgenden Abschnitten beschriebenen Phänomene traten bei C-Anordnung nicht auf.

## 11. Vertikale Bewegung des mittleren Punktes [vert<sub>m</sub>].

Es kam, wie in Abb. IIIk veranschaulicht, vereinzelt auch vor, daß die Lichter  $x_1$  und  $y_1$  zur Wahrnehmung einer Optimalbewegung ausführenden anschaulichen Objektes führten (bewegungskonstituierende Punktzuordnungen also  $x_1 - y_1$ ), während die übrigen Punkte sukzessiv aufleuchteten. In der Regel nahmen die Vpn dann wahr, daß oben ein Punktpaar aufleuchtete, wenn der sich bewegende mittlere Punkt am untersten Punkt der Bewegungsbahn angelangt war, und daß unten ein Punktpaar erschien, wenn der bewegte Punkt am oberen Punkt seiner Bahn anlangte.

Die sukzessiv aufleuchtenden Punkte konnten statt als Punktpaar (eventuell durch eine Brückenlinie verbunden) auch als zwei Einzelpunkte wahrgenommen werden.

## 12. Horizontale Bewegung mit Sukzession [horiz<sub>s</sub>].

Die Zuordnungsverhältnisse bei dieser Gruppe von Phänomenen ( $x_1 - y_2$ ,  $x_3 - y_1$ ) sind in Abb. IIIl dargestellt. Die Vpn sahen in diesem Fall entweder eine schräg von rechts unten nach links oben verlaufende Stange, die sich zwischen den Lagen  $x_1x_3$  und  $y_2y_1$  hin und her bewegt oder auch zwei Einzelpunkte, die die entsprechenden Bewegungen ausführen; ferner einen Punkt, der links unten aufleuchtet, wenn die Stange bzw. die Einzelpunkte ihre rechten Extremlagen einnehmen sowie einen Punkt, der rechts oben am Ort erscheint, wenn die Stange bzw. die Einzelpunkte ihre extreme Linkslage erreicht haben.

## 13. Kleiner Kreislauf [kl.Krsl.].

Das Phänomen ist in Abb. IIIm veranschaulicht. Es trat nur bei einer Vp in Reihe A<sub>01</sub> auf. Die Fassung stellt insofern einen Sonderfall dar, als die Lichter  $x_2$  und  $y_2$  nicht in das Phänomen einbezogen werden, auch nicht in Form von am Ort erscheinenden bzw. verschwindenden Lichtpunkten. Die Vp konnte über diese Lichter keine Auskunft geben; wandte sie die Aufmerksamkeit dem fraglichen Feldbereich zu, verschwand das kl.Krsl.-Phänomen.

Eine genauere phänomenologische Analyse war leider nicht möglich. — Es ist vor allem zu fragen, ob der kritische Feldbereich anschaulich Grundqualität hatte, die Lichter also überhaupt nicht ausgegliedert waren, oder ob, was uns wahrscheinlicher vorkommt, ein geringerer Deutlichkeitsgrad der Ausgliederung vorlag (vgl. in diesem Zusammenhang die Ausführungen von RAUSCH 1966 über den (p<sub>1</sub>, q<sub>1</sub>)-Aspekt, vor allem S. 912 f.). — Eine sichere Beantwortung dieser Frage wurde dadurch erschwert, daß der kl.Krsl. erst nach einer gewissen Beobachtungsdauer auftrat. Die Vp wußte also auf Grund der vorhergehenden Beobachtungen um Position und anschauliche Beschaffenheit der kritischen Lichter. Dieses Wissen störte beim Versuch, das unmittelbar wahrnehmungsmäßig Gegebene zu erfassen. Zudem verschwand, wie gesagt, die kl.Krsl.-Bewegung, wenn die Aufmerksamkeit (und damit der Blick?) auf den kritischen Feldbereich gerichtet wurde.

Meist wurde die Bewegung einer Stange gesehen, deren Endpunkte in den verschiedenen Phasen des objektiven Geschehens durch die Lichter  $x_1$  und  $x_3$  bzw.  $y_1$  und  $y_3$  markiert waren. Diese Stange drehte sich im Uhrzeigersinn um ihren Mittelpunkt, so daß die Endpunkte die oben angegebenen Positionen durchliefen. Gelegentlich bestand auch der Eindruck der entsprechenden Bewegung von Einzelpunkten.

Wie bei den Dr-Phänomenen, handelt es sich auch hier um einen „vollständigen Umlauf“, da alle Positionen, in denen deutlich ausgegliederte Lichtpunkte erscheinen, durchlaufen werden. Ein natürlicher Geschehensabschnitt umfaßt vier Bewegungsschritte.

Bezüglich der Genidentitätsverhältnisse gilt das im Zusammenhang mit den Dr-Phänomenen Ausgeführte entsprechend.

#### 14. Sukzession.

Als „Sukzessionsphänomene“ bezeichnen wir nur die Eindrücke, bei denen die Beziehung anschaulicher Sukzession<sup>7)</sup> für alle drei Glieder der sukzessiven Lichtertripel gegeben war. In solchen Fällen wurden die drei simultan erscheinenden Punkte immer als ein Dreieck aufgefaßt. Die Vpn berichteten über die Wahrnehmung zweier ständig aufeinander folgender Dreiecke; „eins hat die Spitze oben und dann kommt eins, das hat sie unten“. Mit RAUSCH 1962 wird man diese Form der Wahrnehmung als „Sukzessiv-Phi“ bezeichnen, da die aufeinanderfolgenden anschaulichen Gegebenheiten als Glieder eines einheitlichen Prozesses erscheinen, bei dem das jeweils folgende Glied von dem jeweils vorhergehenden aus anschaulich gefordert wird und seinerseits bereits wieder auf das ihm folgende hinweist (etwa in dem Sinne, daß die Vp nach dem Erscheinen von X Y erwartet).

### § 3. Zur Phänomenologie des Wechsels.

Das Wahrnehmungsgeschehen, das sich unter unseren Bedingungen ergab, stimmte in bezug auf seine Variabilität eindrucksmäßig mit den Beschreibungen von NEUHAUS 1930, der ja mit ganz ähnlichen Bedingungen arbeitete, überein.

Die Bewegungsfassungen wechselten häufig, vor allem gegen Ende der Beobachtungszeit, und zumindest bei den vier Reihen mit A-Anordnung der Lämpchen kann keinesfalls von einer eindrucksmäßig feststellbaren eindeutigen Bevorzugung einer bestimmten Fassung gesprochen werden. Das Geschehen hat, wie NEUHAUS 1930 es darstellt, anschaulich tatsächlich die Erlebnisqualität einer gewissen Regellosigkeit bzw. Nicht-Vorhersagbarkeit.

In Zusammenhang mit dieser Variabilität des Geschehens stellt sich die

---

<sup>7)</sup> Kriterium für die Abgrenzung zwischen Bewegung und Sukzession war die Genidentität der Lichtpunkte, s. S. 18.

Frage, wie die Vpn den Umschlag von einer phänomenalen Fassung zur anderen erlebten.

Zunächst ist zu unterscheiden, ob bei dem Wechsel von einer Fassung zur anderen die bewegungskonstituierenden Zuordnungen die gleichen blieben oder nicht.

Im ersten Fall, also bei gleichbleibender Zuordnungskonstellation, hatten unsere Vpn im allgemeinen nicht das Erlebnis eines ausgesprochenen Umschlages bzw. ein „Kipp-Phänomen“. Vielmehr stellten sie mit einer gewissen Unsicherheit fest, daß sich jetzt, beinahe unvermerkt, an den Gegebenheiten etwas geändert habe, ohne aber zunächst angeben zu können, worin diese Änderung eigentlich bestand. Meist nahmen die Vpn in diesem Fall ihre Zuflucht zu einer gewollt analytischen Zuwendung zu den Phänomenen, indem sie die Bewegungsbahnen der einzelnen Punkte verfolgten. Da sich diese im großen und ganzen als unverändert herausstellten, wußten phänomenologisch ungeübte Vpn oft die Art der Änderung nicht anzugeben. Wurde die Art der Veränderung schließlich erkannt, so gaben die Vpn häufig Kommentare wie: „Es ist eigentlich noch dasselbe, aber ich sehe es jetzt so, als ob sich nicht eine Figur, sondern einzelne Punkte bewegen“ oder „ich sehe es jetzt so, als ob die Bewegung durch den Raum ginge“ usw.

Dabei entstand der Eindruck, daß auch innerhalb derjenigen Änderungen der Phänomene, bei denen die Konstellation der bewegungskonstituierenden Reizzuordnungen erhalten bleibt, Unterschiede in bezug auf den anschaulichen Deutlichkeitsgrad der Veränderung bestehen. So ist ein Wechsel von einer Bewegungsform, bei der sich die Punkte in der Schirmebene bewegen, zu einer solchen, bei der Bewegung außerhalb der Schirmebene wahrgenommen wird, auffälliger und im Erleben gewichtiger, als wenn z. B. bei dem Pendelnden Dreieck der Impuls, der die Bewegung anschaulich in Gang brachte, an einem anderen Dreieckspunkt ansetzte (s. S. 24 f.).

In manchen Fällen veränderte sich ein Phänomen, auch wenn die bewegungskonstituierenden Punktzuordnungen konstant blieben, in mehr als einer Hinsicht.

So unterscheidet sich z. B. das flächige RR-Phänomen von der Bewegungsfassung, bei der ein Dreieck sich „durch den Raum“ überschlägt, außer durch den Umstand, daß sich die Lichtpunkte in diesem Fall nicht in der Schirmebene bewegen, auch noch dadurch, daß die drei Punkte keine selbständigen Figuren, sondern Teile einer Gesamtfigur, eines Dreiecks, sind. Der Unterschied zwischen dieser Bewegungsfassung und dem flächigen RR-Phänomen ist daher — auf Grund der Abweichungen in bezug auf *zwei* Aspekte — besonders groß.

Betrachtet man demgegenüber das Erleben der Vpn bei Veränderung der Zuordnungsverhältnisse, ergibt sich ein anderes Bild. Die Vp erlebt in der Regel einen abrupten Wechsel, sieht sich plötzlich vor ein ganz neues Phänomen gestellt, das mit dem vorhergehenden nichts mehr gemein hat. Naive Versuchspersonen (Psychologiestudenten des ersten Semesters oder Nichtpsychologen) wollten meist kaum glauben, daß während des gesamten Versuchs, während dessen sie so vollkommen verschiedene Phänomene gehabt hatten, die objektiven Verhältnisse ständig die gleichen geblieben waren. Auch Vpn, die sich über die Natur des Versuchs durchaus im klaren waren, äußerten

etwa: „Es ist, als ob an dem Apparat etwas umgestellt würde, so daß plötzlich etwas ganz anderes gegeben ist.“

Änderungen der Genidentitätsverhältnisse fallen demnach anschaulich stärker ins Gewicht als andere Arten von Veränderungen der Phänomene. Dies beruht vor allem darauf, daß die Veränderungen der Genidentitätsverhältnisse den Charakter anschaulicher Objektivität (KÖHLER 1933) haben, während Veränderungen in bezug auf die übrigen Aspekte der Phänomene anschaulich subjektiv sind.

Diese Feststellungen sind vielleicht etwas zu apodiktisch. Man wird dem Erleben der Vpn wahrscheinlich besser gerecht, wenn man nicht von einer Dichotomie ‚anschaulich objektiv — anschaulich subjektiv‘ ausgeht, sondern von einem Kontinuum, innerhalb dessen die Änderungen der Genidentitätsverhältnisse näher am Pol ‚anschaulich objektiv‘, die übrigen Änderungen näher am anderen Pol liegen.

Bisweilen vollzieht sich der Wechsel der Genidentitätsverhältnisse nicht so unvorbereitet wie oben beschrieben. Die Vp bemerkt schon eine Zeitlang vorher, daß das Phänomen, das sie gerade verwirklicht, unklarer, verschwommener und unstabiler wird. Dann folgt ein Abschnitt vollkommener Unübersichtlichkeit und Verwirrung der anschaulichen Gegebenheiten. Die Vpn beschreiben diesen Zustand, der im allgemeinen zwei bis drei Sekunden anhält, mit Formulierungen wie: „Jetzt ist vollkommenes Chaos, alles geht vollkommen durcheinander“, „jetzt kann ich überhaupt nichts Vernünftiges mehr erkennen, die Punkte springen einfach wild hin und her“ und ähnlich.

Aus dieser relativ chaotischen und ungeordneten Wahrnehmung geht dann die neue Fassung hervor. Im allgemeinen hatte die Vp dabei nicht das Gefühl, einen aktiven Strukturierungsprozeß zu leisten. Vielmehr wurden Kommentare gegeben wie: „Ach, jetzt klärt es sich“ oder ähnlich. Verhältnismäßig selten erlebten die Vpn allerdings auch sich selbst als Ordnung stiftend, was sich in Kommentaren wie: „Jetzt habe ich es wieder klar gekriegt“ oder ähnlich äußerte.

Manchmal kam es auch vor, daß jenes Phänomen des anschaulichen Unstabil-Werdens einer Fassung, das im allgemeinen ein Vorzeichen des Umschlagens war, auftrat, ohne daß anschließend ein Umschlag erfolgte. Nach einiger Zeit setzte sich die bestehende Fassung wieder ungestört durch. Gelegentlich kam es auch vor, daß aus einer „Chaosphase“ (wie oben beschrieben) nicht eine neue Fassung hervorging, sondern die Gegebenheiten sich wieder in der Weise strukturierten, wie das vorher der Fall gewesen war.

Die Vpn äußerten in diesen Fällen manchmal, „es ist so, als ob es aus der bestehenden Form in eine andere umspringen will, aber dann doch nicht kann“.

#### **§ 4. Zusammenfassung und erste Folgerungen.**

##### **1. Wichtige Aspekte der Beschreibung.**

Wir waren bei der Beschreibung der Phänomene im Anschluß an eine Formulierung von KOFFKA zunächst von dem Aspekt der Genidentitätsbeziehungen zwischen den sukzessiv aufleuchtenden Lichtern ausgegangen (s.S. 10). Es zeigte sich jedoch, daß dieser Gesichtspunkt allein für eine differenzierte

Charakterisierung nicht ausreicht. Zusätzlich berücksichtigt werden muß zumindest noch:

a) Der Verlauf der Bahn der Bewegung. Die Bahn der Bewegung kann in der Schirmebene oder außerhalb der Schirmebene (s. S. 19 f. und 29) und geradlinig oder gekrümmt verlaufen (s. S. 24, 26).

b) Die anschauliche Struktur des Lichtpunkttripels. Die Punkte können als Einzelpunkte gegeben (s. S. 19, 24, 27, 28 f.) oder in verschiedener Weise durch Brückenlinien verbunden sein (s. S. 20, 22, 26, 27, 28 f.).

c) Eigenarten der Bewegungsgestalt. In manchen Fällen ist die Bewegung eines oder zweier Punkte stärker akzentuiert als die der beiden anderen bzw. des dritten Punktes (s. S. 22, 24, 28 f.).

Darüber hinaus treten Phänomene anschaulicher Kausalität auf (s. S. 21 f., 24 f.).

d) Die zeitliche Struktur des Bewegungsprozesses. Im Gegensatz zum objektiven ist das anschauliche Geschehen in bezug auf den zeitlichen Ablauf untergliedert, wie bei der Beschreibung der Phänomene verschiedentlich hervorgehoben wurde. Zwei, vier oder sechs Bewegungsschritte bilden einen natürlichen Abschnitt des Bewegungsprozesses, die Einheit, deren Wiederholung das Gesamtgeschehen konstituiert (s. S. 21 f., 22 f., 27, 28, 32, 33, 35).

Darüber hinaus ist es möglich, innerhalb der Lagen, die ein Punkt oder eine Figur während der Bewegung einnimmt, zu differenzieren. Die Positionen, in denen die Lichter dargeboten werden, sind anschaulich stärker betont als die, in denen keine Vorlagegegebenheit vorhanden ist. Außerdem kann man innerhalb der vorlagemäßig bevorzugten Lagen oft noch zwischen „eentlichen“, „natürlichen“ Lagen einer Figur oder eines Punktes und solchen, die den Charakter des „vorübergehenden“ haben, unterscheiden (s. S. 21 f., 22 f., 27).

## 2. Gesetzmäßigkeiten.

Folgende Gesetzmäßigkeiten werden bereits vor einer genauer quantifizierenden Auswertung deutlich:

1. Das Prinzip der „vollkommenen Angleichung“ (v. SCHILLER 1933) bzw. des „Aufgehens ohne Rest“, wie es METZGER 1934 in Zusammenhang mit Problemen anschaulicher Identität im Anschluß an WERTHEIMER 1923 formulierte, ist unter unseren Bedingungen nur in Form einer Tendenz gültig. Ausnahmen (vert<sub>n</sub>, vert<sub>m</sub>, horiz<sub>s</sub>, s. S. 33 f.) kamen vor. Dadurch werden entsprechende Beobachtungen von LEHMANN 1939 bestätigt.

2. Bewegungen in der Schirmebene sind vor solchen außerhalb der Schirmebene deutlich bevorzugt. Mit nennenswerter Häufigkeit treten räumliche Bewegungsformen lediglich im Rahmen des RR-Phänomens auf (Ausnahmen s. S. 29, 33).

Die Tendenz zur Bevorzugung flächiger Bewegungsformen setzte sich unter unseren Bedingungen eindeutig gegenüber der Tendenz zur „Erhaltung der zeitersten Gestalt“ (im Sinne von v. SCHILLER 1933) durch. Beim RR-Phänomen kann die Dreiecksgestalt der Lichtpunktconfiguration erhalten bleiben, wenn man eine räumliche Kippbewegung des Dreiecks verwirklicht (s. S. 20), beim flächigen RR-Phänomen resultiert dagegen eine Zerreißung der zeitersten Gestalt. Trotzdem überwog das flächige Phänomen bei weitem. Möglicherweise hängt das Überwiegen flächiger Phänomene mit der größeren Komplexität der räumlichen Bewegungsformen zusammen. Die bewegten Objekte verbleiben bei den räumlichen Phänomenen nicht in der Ebene, in der sie spontan lokalisiert werden (mit Ausnahme einer Einzelbeobachtung, s. S. 21 die Schirmebene), sondern beschreiben eine Bahn in einer anderen Ebene, die ihrerseits wieder auf die Schirmebene bezogen ist, so daß ein komplexeres räumliches Bezugssystem aktualisiert wird. Die Ebenen, in denen sich die anschaulichen Objekte bewegen, sind stets rechtwinklig zur Schirmebene und orthogonal oder parallel zur Kopfmediane des Beobachters. Man wird darin einen weiteren Beleg für die Bedeutung ausgezeichneter Richtungen und Lagebeziehungen und speziell für die „kartesische Struktur des Anschauungsraumes“ (RAUSCH 1952a) sehen.

3. In Übereinstimmung mit anderen Untersuchern (v. SCHILLER 1933, GINGERELLI 1948) konnten wir feststellen, daß gekrümmte Bahnen wahrgenommen werden, wenn die simultan erscheinenden Lichtpunkte als eine einheitliche Figur, die (Teil)Drehungen ausführt, aufgefaßt werden, wohingegen sie geradlinig sind, wenn sich Einzelpunkte bewegen. Die Bewegungen in anderen Ebenen als der, in der die Lichtpunkte in Ausgangslage lokalisiert wurden, verliefen immer bogenförmig.

4. Bei PR, PL, DrR und DrL wurden fast immer Bewegungen einer Dreiecksfigur, nicht Bewegungen dreier Einzelpunkte wahrgenommen. Zur Erklärung ist vor allem an zwei Gesichtspunkte zu denken. Erstens: Die Auffassung der drei Punkte als einer Dreiecksfigur, die beim Erscheinen der Lichtpunkte durchweg verwirklicht wird, kann bestehen bleiben, die Tendenz zur Erhaltung der zeitersten Gestalt ist erfüllt. Zweitens: Bei der Bewegung einer Dreiecksfigur ist die Bewegung jedes (Eck)Punktes Teil eines einheitlichen, sinnvollen Gesamtvorgangs, nämlich des Hin- und Her-Pendelns bzw. der vollständigen Drehung der Gesamtfigur. Dagegen müssen bei der Wahrnehmung der entsprechenden Bewegungen von Einzelpunkten gleichzeitig voneinander unabhängige Scheinbewegungen in mehreren Richtungen verwirklicht werden; zwei Punkte müssen sich in horizontaler, einer in vertikaler Richtung bewegen.

Die Bewegung einer Dreiecksfigur wird bei den genannten Bewegungsformen bevorzugt verwirklicht, obschon die Figur im Verlauf der Bewegung Formänderungen erleidet (s. S. 25 f.).

5. Bei allen Bewegungsformen ist ein natürlicher Abschnitt, der die Einheit des Geschehens bildet, dann abgeschlossen, wenn die anschaulichen Objekte zum ersten Mal wieder eine Position erreichen, in der sie sich schon einmal befunden haben. Man wird darin den entscheidenden Gliederungsfaktor zu sehen haben. Es ist daher kaum zufällig, daß keine Phänomene

auftreten, bei denen ein Geschehensabschnitt mehr als sechs Bewegungsschritte umfaßt. In solchen Fällen müßte bei den sechs objektiven Lichtern ein anschauliches Objekt zum zweiten Mal dieselbe Position durchlaufen, ohne daß damit der Abschluß eines anschaulichen Geschehensabschnittes verbunden wäre.

6. Wird die Bewegung eines Dreiecks gesehen (PR, PL, DrR, DrL), so erscheint die durch die X-Lichter markierte Position der Figur bevorzugt als „Ausgangslage“ oder „natürliche Lage“. In dieser Position verläuft die unterste Seite der Figur, die „Basis“, also ein besonders gewichtiger Figurteil, in einer ausgezeichneten Richtung, der horizontalen. Bezieht man sich auf die Unterscheidung zwischen anschaulich variablen und anschaulich konstanten Lagen einer Figur (RAUSCH 1952a), so scheint diejenige der Positionen der bewegten Figur, die im Ruhefall als konstante Lage erlebt wird, für die Rolle der „Ausgangslage“ der Bewegung besonders prädestiniert zu sein.

7. Nicht immer bilden die Bewegungen aller drei Punkte ein koordinatives Ensemble. Bei den Anordnungen A und C legt bei PR und PL der Lichtpunkt, der sich auf einer senkrechten Bahn bewegt, den längsten Weg zurück. Seine Bewegung tritt in den Vordergrund. Demgegenüber wird das Ausmaß der translatorischen Bewegung des Lichtpunktes, der als Drehpunkt der Pendelbewegung der Figur fungiert, unterschätzt, bis hin zu dem Extrem, daß die Bewegung dieses Punktes überhaupt nicht bemerkt wird (s. S. 24). Es scheint demnach eine Tendenz zu bestehen, die Struktur des Bewegungsphänomens dadurch zu vereinfachen, daß der Drehpunkt, auf den die Pendelbewegung des Systems bezogen wird, anschaulich am Ort bleibt oder wenigstens nur eine möglichst geringe Verlagerung erfährt.

Bei der RR-Fassung betrafen phänomenale Besonderheiten (Unterschiede im Realitätsgrad der Bewegung, in der Länge des Bewegungsweges etc., s. S. 22), nie gleichzeitig den mittleren und einen der beiden äußeren Punkte. Dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß die Gesamtkonfiguration sich bei dieser Fassung in ausgeprägter Weise so gliedert, daß die beiden äußeren Punkte als zusammengehöriges Paar dem mittleren, der sich ja in Gegenrichtung bewegt, gegenüberstehen. Dieser Gliederung würde es widersprechen, wenn der mittlere Punkt mit einem der beiden äußeren in einer Besonderheit übereinstimmen würde, während der andere äußere in dieser Hinsicht „singulär“ (RAUSCH 1962) wäre.

### 3. Die Vielfalt der Phänomene.

In der Literatur (NEUHAUS 1930, LEHMANN 1939, ERISMAN 1938, 1939) wurde mehrfach auf die Vielfalt von Phänomenen hingewiesen, die unter Bedingungen von der Art der von uns untersuchten auftreten.

Wir glauben, durch die ausführliche Beschreibung der Phänomene die Grundtypen von Bewegungsfassungen hinreichend charakterisiert zu haben. Trotzdem war es (natürlich) nicht möglich, die gesamte Vielfalt der Wahr-

nehmungsnuancen wiederzugeben. Die in den vorigen Abschnitten diskutierten Aspekte der Beschreibung bieten jedoch ein System von Dimensionen, innerhalb dessen die Spielarten der Phänomene zu erfassen sind.

Dabei stellen die Beschreibungsgesichtspunkte (mit Ausnahme der bewegungskonstituierenden Zuordnungen) weitgehend quantitativ abstufbare Merkmale dar. Eine Bewegungsbahn kann mehr oder weniger stark gekrümmt erscheinen, die anschauliche Betonung einer bestimmten Phase des Bewegungsvorgangs kann mehr oder weniger stark sein, die Gebundenheit der Punkte in einer Gesamtgestalt kann mehr oder weniger eng sein, Rolleneigenschaften („Dreiecksspitze“, „Basiseckpunkt“, „Stangenendpunkt“, „isolierter Punkt“ usw.), die sich aus der jeweils verwirklichten Struktur des Punkttupels ableiten, können mehr oder weniger ausgeprägt sein, ein Punkt kann in mehr oder weniger deutlicher Weise Ansatzpunkt eines Impulses sein, der die wahrgenommene Bewegung verursacht usw.

Selbst wenn man sehr subtile Wahrnehmungsnuancen berücksichtigt, kommt man nicht zu der Feststellung, daß „bei jeder Vp irgendwelche neuen Gebilde auftreten“ (NEUHAUS 1930), sondern derartige Eindrucksvariationen lassen sich im System der angegebenen Beschreibungsgesichtspunkte als Spielarten der Grundbewegungsformen klassifizieren und ableiten. „Die Möglichkeiten, die in einer Reizkonstellation von zweimal drei Lichtern stecken“ (a. a. O., S. 414) im Sinne von Möglichkeiten, die die Wahrnehmung ausnutzt, lassen sich also im Gegensatz zu der Auffassung von NEUHAUS sehr wohl „absehen“ und überblicken, wenn man nur eine genügend große Zahl von Beobachtungen in genügend systematischer Weise analysiert.

In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, daß NEUHAUS 1930 stroboskopische Alternativbewegungen nur am Rande untersucht hat. Unsere obigen Feststellungen wenden sich daher zwar gegen eine unseres Erachtens voreilige Kritik, die N. auf Grund zu wenig ausgedehnter Beobachtungen an bestimmten gestalttheoretischen Auffassungen übt, sollen jedoch keineswegs eine zentrale Abwertung seiner sehr verdienstvollen Untersuchung darstellen.

Für den Gebrauch des Begriffes „stroboskopische Alternativen“ ergeben sich aus den Feststellungen der vorangehenden Abschnitte bestimmte Konsequenzen. Bei dem Hinweis auf oder der Frage nach „Alternativen“ sollten der oder die intendierten Aspekte angegeben werden. Ferner sollte man sich bewußt sein, daß die in Frage stehenden Merkmale vielfach keine echten Alternativen darstellen, sondern Merkmale mit verschiedenem Ausprägungsgrad<sup>8)</sup>.

In der vorliegenden Literatur werden diese Gesichtspunkte nicht genügend berücksichtigt.

---

<sup>8)</sup> Dieses ist mit ein Grund dafür, daß die Gewinnung quantitativer Daten sich auf den Aspekt der „bewegungskonstituierenden Zuordnungen“, der im Gegensatz zu den übrigen Kriterien ein echtes Alternativmerkmal darstellt, beschränkt.

## Kapitel 2: Quantitative Ergebnisse.

### § 1. Variabilität des Wahrnehmungsgeschehens.

Die quantitative Auswertung differenziert nur zwischen Phänomenen, die sich in bezug auf die bewegungskonstituierenden Zuordnungen unterscheiden. Die Gründe hierfür wurden an verschiedenen Stellen dargelegt (s. S. 35 ff., vor allem S. 36 und 41).

Als Maße für die Variabilität des Wahrnehmungsgeschehens verwenden wir folgende Daten:

1. die Gesamtzahl der in der jeweiligen Versuchsreihe auftretenden Phänomene<sup>9)</sup>,
2. die Anzahl der pro Vp in der jeweiligen Versuchsreihe auftretenden Phänomene,
3. die Anzahl der Umschläge pro Vp<sup>10)</sup>.

Die unter 2. und 3. aufgeführten Kriterien sind keineswegs identisch, da die einzelnen Fassungen im Verlauf des Versuchs wiederholt auftreten können und dies in der Regel auch tun.

Die Ergebnisse der verschiedenen Reihen sind in Tab. 2 zusammengestellt.

| Reihen                                                |               | A <sub>01</sub> | A <sub>02</sub> | A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | B <sub>1</sub> | B <sub>2</sub> | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> |
|-------------------------------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Gesamtzahl der wahrgenommenen Fassungen               |               | 8               | 7               | 7              | 7              | 7              | 7              | 5              | 6              |
| Durchschnittliche Zahl der Fassungen                  | AM            | 3,9             | 3,5             | 3,9            | 5,6            | 3,8            | 4,4            | 2,2            | 2,8            |
|                                                       | s             | 1,5             | 0,5             | 1,4            | 0,8            | 1,1            | 1,4            | 1,2            | 1,2            |
|                                                       | Gesamtbereich | 1-6             | 2-6             | 1-6            | 4-7            | 2-6            | 2-6            | 1-4            | 1-5            |
| Durchschnittliche Anzahl der Umschläge <sup>11)</sup> | AM            | 12,4            | 14,9            | 10,7           | 30,4           | 9,6            | 32,5           | 2,2            | 8,5            |
|                                                       | s             | 11,2            | 12,0            | 7,3            | 16,2           | 6,5            | 17,5           | 2,5            | 6,0            |
|                                                       | Gesamtbereich | 0-33            | 1-38            | 0-26           | 7-65           | 1-22           | 2-62           | 0-6            | 0-16           |

Tabelle 2

Variabilität des Wahrnehmungsgeschehens in den verschiedenen Versuchsreihen.

<sup>9)</sup> Hatte eine Vp ein Phänomen, das sie für eine Identifizierung nicht genau beschreiben konnte, von dem sie aber versicherte, es sei deutlich verschieden von den übrigen von ihr beobachteten Bewegungsformen, wurde das Phänomen bei der Bestimmung der Zahl der beobachteten Fassungen berücksichtigt. „Sukzession“ wurde nicht als Fassung gewertet.

Tab. 2 zeigt: Die Gesamtzahl der auftretenden Fassungen unterscheidet sich in den verschiedenen Reihen nur wenig. Die Werte liegen zwischen 5 und 8.

Im einzelnen wurden in

|                       |                                       |
|-----------------------|---------------------------------------|
| Reihe A <sub>01</sub> | PR PL RR TS DrR DrL DiagR und Kreuzb. |
| Reihe A <sub>02</sub> | PR PL RR TS DrR DrL und Kreuzb.       |
| Reihe A <sub>1</sub>  | PR PL RR TS DrR DrL und DiagR         |
| Reihe A <sub>2</sub>  | PR PL RR TS DrR DrL und DiagR         |
| Reihe B <sub>1</sub>  | PR PL RR TS DrR DrL und DiagR         |
| Reihe B <sub>2</sub>  | PR PL RR TS DrR DrL und DiagR         |
| Reihe C <sub>1</sub>  | PR RR TS DrR und DrL                  |
| Reihe C <sub>2</sub>  | PR PL RR TS DrR und DrL               |

beobachtet.

Betrachtet man die Zahl der durchschnittlich wahrgenommenen Fassungen, so zeigen sich Unterschiede zwischen den Reihen. Die höchste Anzahl von Fassungen pro Vp wird in Reihe A<sub>2</sub> mit 5,8, die niedrigste in Reihe C<sub>1</sub> mit 2,2 wahrgenommen. Unterzieht man die Werte einer Varianzanalyse nach KRUSKAL-WALLIS<sup>12)</sup>, ergibt sich Signifikanz der Abweichungen auf dem 0,1%-Niveau<sup>13)</sup>. Die Bedingungen wirken sich also auf die durchschnittliche Anzahl der wahrgenommenen Fassungen aus.

Betrachtet man die Einzeldifferenzen, so lassen sich nach Prüfung mit dem Mann-Whitney U Test folgende Feststellungen treffen:

#### Anzahl der durchschnittlich gesehenen Fassungen

| in Reihe:       |   | in Reihe:      | signifikant auf dem |
|-----------------|---|----------------|---------------------|
| A <sub>01</sub> | < | A <sub>2</sub> | 2 % Niveau          |
| A <sub>01</sub> | > | C <sub>1</sub> | 5 % Niveau          |
| A <sub>02</sub> | < | A <sub>2</sub> | 0,2% Niveau         |
| A <sub>02</sub> | > | C <sub>1</sub> | 5 % Niveau          |
| A <sub>1</sub>  | < | A <sub>2</sub> | 0,2% Niveau         |

<sup>10)</sup> Die Übergänge von der Wahrnehmung eines identifizierbaren Phänomens zu einem nicht beschreibbaren (bzw. umgekehrt) wurden als Umschlag gewertet. Der Übergang von Sukzession zu Bewegung wurde nicht als Wechsel gezählt.

<sup>11)</sup> Die durchschnittliche Zahl der Umschläge ist in den verschiedenen Versuchsabschnitten nicht gleich, sondern steigt von der ersten zur fünften Beobachtungsmminute (in den meisten Versuchsreihen signifikant) an. Diese Zunahme der Umschlagzahlen mit zunehmender Beobachtungsdauer ist aus Versuchen mit simultanen Kippfiguren bekannt und wird von KÖHLER 1940 auf Sättigung zurückgeführt. Wir gehen hier nicht näher auf diesen Gesichtspunkt ein.

<sup>12)</sup> Hier wie auch bei allen folgenden Anwendungen dieses Verfahrens wurden die Daten der Versuchsreihe A<sub>02</sub> nicht einbezogen, da in A<sub>02</sub> die gleichen Vpn teilnahmen wie in A<sub>01</sub>, und diese Form der Analyse unabhängige Stichproben voraussetzt.

<sup>13)</sup> Diese und alle folgenden Signifikanzprüfungen nach SIEGEL 1956 und LIENERT 1962.

|                |   |                |             |
|----------------|---|----------------|-------------|
| A <sub>2</sub> | > | B <sub>1</sub> | 0,2% Niveau |
| A <sub>2</sub> | > | C <sub>1</sub> | 0,2% Niveau |
| A <sub>2</sub> | > | C <sub>2</sub> | 0,2% Niveau |
| B <sub>2</sub> | > | C <sub>1</sub> | 2 % Niveau  |
| B <sub>2</sub> | > | C <sub>2</sub> | 5 % Niveau  |

Hinsichtlich der Umschlagzahlen sind die Unterschiede zwischen den Reihen noch deutlicher. Den höchsten Mittelwert finden wir mit 32,3 in Reihe B<sub>2</sub>, den niedrigsten mit 5,3 in Reihe C<sub>1</sub>. Eine Varianzanalyse nach KRUSKAL-WALLIS ergibt Signifikanz der Abweichungen auf dem 0,1%-Niveau. Die Versuchsbedingungen beeinflussen also die Umschlaghäufigkeit.

Einzeldifferenzen lassen sich (mit dem Mann-Whitney U Test) zwischen den folgenden Reihen sichern:

#### Anzahl der Umschläge

| in Reihe:       |   | in Reihe:      | signifikant auf dem |
|-----------------|---|----------------|---------------------|
| A <sub>01</sub> | < | A <sub>2</sub> | 0,2% Niveau         |
| A <sub>01</sub> | < | B <sub>2</sub> | 2 % Niveau          |
| A <sub>01</sub> | > | C <sub>1</sub> | 2 % Niveau          |
| A <sub>02</sub> | < | A <sub>2</sub> | 2 % Niveau          |
| A <sub>02</sub> | < | B <sub>2</sub> | 5 % Niveau          |
| A <sub>02</sub> | > | C <sub>1</sub> | 2 % Niveau          |
| A <sub>1</sub>  | < | A <sub>2</sub> | 0,2% Niveau         |
| A <sub>1</sub>  | < | B <sub>2</sub> | 2 % Niveau          |
| A <sub>1</sub>  | > | C <sub>1</sub> | 2 % Niveau          |
| A <sub>2</sub>  | > | B <sub>1</sub> | 2 % Niveau          |
| A <sub>2</sub>  | > | C <sub>1</sub> | 0,2% Niveau         |
| A <sub>2</sub>  | > | C <sub>2</sub> | 0,2% Niveau         |
| B <sub>1</sub>  | < | B <sub>2</sub> | 2 % Niveau          |
| B <sub>1</sub>  | > | C <sub>1</sub> | 1 % Niveau          |
| B <sub>2</sub>  | > | C <sub>1</sub> | 2 % Niveau          |
| B <sub>2</sub>  | > | C <sub>2</sub> | 2 % Niveau          |

## § 2. Die Gewichtigkeit der verschiedenen Bewegungslassungen.

### 1. Vorbemerkungen.

Zur operationalen Bestimmung der Gewichtigkeit der verschiedenen Phänomene verwendeten wir drei Kriterien:

1. die relative Häufigkeit des Auftretens als erster Eindruck,
2. die relative Gesamthäufigkeit des Auftretens<sup>14)</sup>,
3. den Zeitanteil an der Gesamtbeobachtungszeit<sup>15)</sup>.

Bei der folgenden Bestimmung der Gewichtigkeit der Phänomene beziehen wir uns nur auf diejenigen Versuchsabschnitte, in denen klar identifizierbare Bewegungsphänomene auftraten. Es wurden nicht berücksichtigt: a) die Versuchsabschnitte, in denen Sukzession wahrgenommen wurde, b) die Versuchsabschnitte, in denen Bewegungsphänomene auftraten, die die Vpn nicht klar beschreiben bzw. im Anschluß an den Versuch anhand von Zeichnungen wiedergeben konnten.

Sukzession wurde nur in drei der acht Versuchsreihen wahrgenommen (in Reihe A<sub>01</sub> während 3,3%; in Reihe A<sub>02</sub> während 2,8% und in Reihe A<sub>1</sub> während 3,1% der Versuchszeit).

Die Wahrnehmung von Sukzession stellte in den Fällen, in denen sie vorkam, meist den ersten Eindruck nach Darbietung der Lichter dar (siehe dazu auch HUMPHREY 1946, 1955). Für das Gewichtigkeitsverhältnis der verschiedenen Bewegungsphänomene spielt die Zeit, die auf Sukzession entfällt, keine Rolle; sie kann daher bei der weiteren Auswertung ohne Bedenken außer acht gelassen werden.

Von Bedeutung könnten dagegen die Abschnitte der Beobachtungszeit sein, in denen nicht identifizierbare Bewegungsphänomene auftraten. Während dieser Zeit können einerseits sonst noch nicht registrierte Bewegungsphänomene verwirklicht worden sein, die dann überhaupt nicht erfaßt werden. Andererseits ist möglich, daß bereits in anderen Versuchen erfaßte Phänomene beobachtet wurden, die die betref-

---

| Versuchsreihe                                                                     | A <sub>01</sub> | A <sub>02</sub> | A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | B <sub>1</sub> | B <sub>2</sub> | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Zeitanteil<br>nicht identifizierbarer<br>Phänomene in Prozent<br>der Versuchszeit | 1,6             | 0,5             | 2,8            | 1,0            | 1,5            | 0,7            | 0,4            | 0,4            |

---

Tabelle 3

Zeitanteile nicht identifizierbarer Bewegungsphänomene in den verschiedenen Versuchsreihen.

---

<sup>14)</sup> Dieses Kriterium wurde gewonnen, indem zunächst die Häufigkeit des Auftretens einer Fassung für alle Vpn summiert wurde. Der auf jede Fassung entfallende Wert wurde dann auf die Summe der Werte aller Fassungen bezogen.

<sup>15)</sup> Das letztgenannte Kriterium erscheint uns als das differenzierteste, da in ihm die Häufigkeit des Auftretens mit enthalten ist, und zwar gewichtet mit der Dauer des Auftretens. Vgl. im übrigen Ziffer 3, S. 50 f.

| Fassungen      | Versuchsreihen                                                                                                                           |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                | Gewichtigkeitskriterien                                                                                                                  |
| RR<br>p 0,1%   | relative Häufigkeit des Auftretens als erster Eindruck<br>relative Gesamthäufigkeit des Auftretens<br>Zeitanteil an der Beobachtungszeit |
| PR<br>p 0,1%   | relative Häufigkeit des Auftretens als erster Eindruck<br>relative Gesamthäufigkeit des Auftretens<br>Zeitanteil an der Beobachtungszeit |
| PL<br>p 0,1%   | relative Häufigkeit des Auftretens als erster Eindruck<br>relative Gesamthäufigkeit des Auftretens<br>Zeitanteil an der Beobachtungszeit |
| DiagR<br>n.s.  | relative Häufigkeit des Auftretens als erster Eindruck<br>relative Gesamthäufigkeit des Auftretens<br>Zeitanteil an der Beobachtungszeit |
| Kreuzb<br>n.s. | relative Häufigkeit des Auftretens als erster Eindruck<br>relative Gesamthäufigkeit des Auftretens<br>Zeitanteil an der Beobachtungszeit |
| TS<br>p 0,1%   | relative Häufigkeit des Auftretens als erster Eindruck<br>relative Gesamthäufigkeit des Auftretens<br>Zeitanteil an der Beobachtungszeit |
| DrR<br>n.s.    | relative Häufigkeit des Auftretens als erster Eindruck<br>relative Gesamthäufigkeit des Auftretens<br>Zeitanteil an der Beobachtungszeit |
| DrL<br>n.s.    | relative Häufigkeit des Auftretens als erster Eindruck<br>relative Gesamthäufigkeit des Auftretens<br>Zeitanteil an der Beobachtungszeit |

Tabelle 4

Gewichtigkeit der einzelnen Fassungen in den verschiedenen Versuchsreihen.

(Relative Gesamthäufigkeit des Auftretens und Zeitanteil an der Beobachtungszeit in %.)

| A01                                                                      | A02                                                                      | A1                                                                     | A2                                                                       | B1                                                                       | B2                                                                       | C1                                                                    | C2                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Ph 0,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub><br>Pz 0,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | Ph 0,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub><br>Pz 0,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | Ph 1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub><br>Pz 0,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | Ph 0,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub><br>Pz 0,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | Ph 0,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub><br>Pz 0,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | Ph 0,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub><br>Pz 0,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | Ph 10 <sup>0</sup> / <sub>0</sub><br>Pz 5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | Ph 0,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub><br>Pz 0,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> |
| 5/16                                                                     | 1/17                                                                     | 2/15                                                                   | 4/16                                                                     | 8/8                                                                      | 9/12                                                                     | 0/6                                                                   | 1/8                                                                      |
| 29,9                                                                     | 31,9                                                                     | 33,3                                                                   | 37,8                                                                     | 45,0                                                                     | 41,4                                                                     | 30,4                                                                  | 35,2                                                                     |
| 18,4                                                                     | 18,4                                                                     | 19,8                                                                   | 35,1                                                                     | 63,6                                                                     | 47,0                                                                     | 5,7                                                                   | 9,0                                                                      |
| 3/16                                                                     | 7/17                                                                     | 2/15                                                                   | 4/16                                                                     | 0/8                                                                      | 3/12                                                                     | 6/6                                                                   | 5/8                                                                      |
| 18,7                                                                     | 23,6                                                                     | 11,3                                                                   | 16,7                                                                     | 10,0                                                                     | 22,8                                                                     | 52,2                                                                  | 50,4                                                                     |
| 31,9                                                                     | 39,2                                                                     | 18,6                                                                   | 17,3                                                                     | 4,0                                                                      | 20,8                                                                     | 85,9                                                                  | 87,5                                                                     |
| 1/16                                                                     | 1/17                                                                     | 11/15                                                                  | 7/16                                                                     | 0/8                                                                      | 0/12                                                                     | 0/6                                                                   | 1/8                                                                      |
| 13,6                                                                     | 6,3                                                                      | 27,3                                                                   | 20,7                                                                     | 27,5                                                                     | 12,7                                                                     | 0,0                                                                   | 6,7                                                                      |
| 12,7                                                                     | 8,4                                                                      | 37,1                                                                   | 24,5                                                                     | 18,7                                                                     | 16,7                                                                     | 0,0                                                                   | 2,6                                                                      |
| 0/16                                                                     | 0/17                                                                     | 0/15                                                                   | 0/16                                                                     | 0/8                                                                      | 0/12                                                                     | 0/6                                                                   | 0/0                                                                      |
| 2,3                                                                      | 0,0                                                                      | 0,6                                                                    | 0,6                                                                      | 2,5                                                                      | 1,0                                                                      | 0,0                                                                   | 0,0                                                                      |
| 1,3                                                                      | 0,0                                                                      | 1,6                                                                    | 0,5                                                                      | 0,4                                                                      | 0,5                                                                      | 0,0                                                                   | 0,0                                                                      |
| 1/16                                                                     | 1/17                                                                     | 0/15                                                                   | 0/16                                                                     | 0/8                                                                      | 0/12                                                                     | 0/6                                                                   | 0/0                                                                      |
| 0,5                                                                      | 0,6                                                                      | 0,0                                                                    | 0,0                                                                      | 0,0                                                                      | 0,0                                                                      | 0,0                                                                   | 0,0                                                                      |
| 1,8                                                                      | 1,7                                                                      | 0,0                                                                    | 0,0                                                                      | 0,0                                                                      | 0,0                                                                      | 0,0                                                                   | 0,0                                                                      |
| 5/16                                                                     | 6/17                                                                     | 0/15                                                                   | 1/16                                                                     | 0/8                                                                      | 0/12                                                                     | 0/6                                                                   | 1/8                                                                      |
| 25,7                                                                     | 24,6                                                                     | 14,8                                                                   | 12,0                                                                     | 1,2                                                                      | 6,9                                                                      | 8,7                                                                   | 1,2                                                                      |
| 24,4                                                                     | 24,7                                                                     | 17,9                                                                   | 13,7                                                                     | 7,7                                                                      | 7,5                                                                      | 3,7                                                                   | 0,1                                                                      |
| 1/16                                                                     | 1/17                                                                     | 0/15                                                                   | 0/16                                                                     | 0/8                                                                      | 0/12                                                                     | 0/6                                                                   | 0/0                                                                      |
| 6,1                                                                      | 8,5                                                                      | 3,0                                                                    | 6,7                                                                      | 5,0                                                                      | 9,2                                                                      | 4,3                                                                   | 5,4                                                                      |
| 6,6                                                                      | 5,3                                                                      | 1,1                                                                    | 5,3                                                                      | 1,8                                                                      | 4,5                                                                      | 1,5                                                                   | 0,8                                                                      |
| 0/16                                                                     | 0/17                                                                     | 0/15                                                                   | 0/16                                                                     | 0/8                                                                      | 0/12                                                                     | 0/6                                                                   | 0/0                                                                      |
| 3,3                                                                      | 4,4                                                                      | 10,1                                                                   | 5,3                                                                      | 8,8                                                                      | 6,0                                                                      | 4,3                                                                   | 1,2                                                                      |
| 3,0                                                                      | 1,5                                                                      | 4,0                                                                    | 3,7                                                                      | 3,8                                                                      | 3,0                                                                      | 3,6                                                                   | 0,1                                                                      |

fende Vp nicht genügend klar zu beschreiben vermochte, was zur Folge hat, daß die Gewichtigkeit dieser Phänomene im Rahmen des Gesamtgeschehens unterschätzt wird.

In Tab. 3 sind die Zeitanteile, die in den verschiedenen Versuchsreihen auf nicht identifizierbare Phänomene entfielen, zusammengestellt.

Wie man sieht, erreichen nicht identifizierbare Phänomene nur in einer der acht Versuchsreihen einen Zeitanteil von annähernd 3%; in zwei Reihen liegt der Anteil bei 1,5% der Beobachtungszeit. In fünf der Versuchsreihen war nicht mehr als 1,0% der Beobachtungszeit von nicht identifizierbaren Phänomenen in Anspruch genommen. Der Mittelwert für alle Reihen beträgt 1,1%. Es erscheint uns gerechtfertigt, diese geringen Zeitanteile bei der weiteren Verarbeitung der Ergebnisse zu vernachlässigen und uns für die folgende Darstellung nur auf die Zeit zu beziehen, während der identifizierbare Bewegungsphänomene beobachtet wurden<sup>16)</sup>.

## 2. Allgemeiner Überblick über die Ergebnisse.

Tab. 4 gibt einen Überblick über die Ergebnisse aller Versuchsreihen.

Die Signifikanz der Abweichungen von der Gleichgewichtigkeit der verschiedenen Fassungen innerhalb jeder Reihe wurde durch FRIEDMAN'sche Varianzanalysen überprüft. Die Irrtumswahrscheinlichkeiten auf Grund der Kriterien „relative Gesamthäufigkeit des Auftretens“ ( $p_h$ ) und „Zeitanteil an der Gesamtbeobachtungszeit“ ( $p_z$ ) sind in % über den Spalten angegeben.

Auf eine zufallskritische Überprüfung des dritten Kriteriums „relative Häufigkeit des Auftretens als erster Bewegungseindruck“ mit dem chi-Quadrat-Verfahren wurde wegen der geringen Erwartungshäufigkeiten pro Klasse verzichtet. — Da die verschiedenen Kriterien zufriedenstellend miteinander korrelieren (s. Tab. 5, S. 50), andererseits das Zeitkriterium als das differenzierteste anzusehen ist (s. Fußnote 15), dürfte der Informationsverlust auf Grund dieser Beschränkung nicht groß sein.

Die Abweichung von der Gleichgewichtigkeit aller Fassungen ist in allen Reihen außer  $C_1$  sehr hoch signifikant. In Reihe  $C_1$  wird allerdings nur für das Kriterium „Zeitanteil“ das 5%-Niveau erreicht, für das Häufigkeitskriterium liegt die Irrtumswahrscheinlichkeit etwas höher als 5%.

In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, daß die Häufigkeit des Auftretens ein verhältnismäßig grobes Kriterium ist. Sieht eine Vp während des überwindenden Teils der Beobachtungszeit PR-Bewegung und in den letzten Sekunden noch ganz kurz eine andere Fassung, liegt nach diesem Kriterium bereits Gleichgewichtigkeit der beiden Fassungen vor, da jede einmal aufgetreten ist. Da in Reihe  $C_1$  nur sechs Vpn herangezogen wurden, wirken sich Einzelfälle dieser Art relativ stark auf die statistische Prüfgröße aus. — Zudem wird bei der Friedman Varianzanalyse nur eine Ordinalskala zugrunde gelegt, so daß auch bei dem Zeitkriterium die metrisch sehr starke Bevorzugung der PR-Fassung bei der zufallskritischen Betrachtung nicht voll zur Geltung kommt. — Faßt man die Daten der Reihen  $C_1$

<sup>16)</sup> Aus Gründen der sprachlichen Einfachheit sprechen wir im folgenden trotzdem von „Gesamtbeobachtungszeit“, „Gesamtversuchszeit“ etc., meinen dann aber die Zeit, in der identifizierbare Bewegungsphänomene beobachtet wurden.

und C<sub>2</sub> zusammen (was gerechtfertigt erscheint, da zwischen den beiden Reihen keinerlei signifikante Unterschiede bestehen; s. S. 50) und prüft dann die Abweichungen von der Gleichgewichtigkeit aller Fassungen, ergibt sich sehr hohe Signifikanz.

Folgende Einzeldifferenzen ließen sich mindestens auf dem 5%-Niveau als signifikant nachweisen (Wilcoxon Test):

|                 | Zeitanteil<br>an der Gesamtbeobachtungszeit         | Relative Gesamthäufigkeit<br>des Auftretens     |
|-----------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| A <sub>01</sub> | RR, PR, TS > alle übrigen                           | RR, PR, TS > DrR, DrL, DiagR, Kreuzb<br>RR > PL |
| A <sub>02</sub> | RR, PR, TS > alle übrigen                           | RR, PR, TS > alle übrigen                       |
| A <sub>1</sub>  | RR, PR, PL, TS > alle übrigen                       | RR > alle übrigen außer PL<br>PL, TS > DrR      |
| A <sub>2</sub>  | RR > alle übrigen außer PL<br>PR, PL, TS > DrR, DrL | RR > alle übrigen<br>PR > DrL, PL > DrR, DrL    |
| B <sub>1</sub>  | RR > alle übrigen<br>PL > alle übrigen außer RR     | RR > alle übrigen außer PL<br>PL > TS, PR, DrR  |
| B <sub>2</sub>  | RR > alle übrigen<br>PL, PR > DrR, DrL              | RR > alle übrigen                               |
| C <sub>1</sub>  | PR > alle übrigen                                   | PR > TS, PL                                     |
| C <sub>2</sub>  | PR > alle übrigen<br>RR > alle übrigen außer PR     | PR > alle übrigen<br>RR > TS, DrL               |

Die Unterschiede zwischen den Reihen wurden, bezogen auf das Kriterium „Zeitanteil an der Beobachtungszeit“, für jede Fassung gesondert durch Varianzanalysen nach KRUSKAL-WALLIS geprüft.

Hochsignifikante Unterschiede ergaben sich für alle Fassungen, die in irgendeiner Reihe mit einem Zeitanteil von mehr als 10% auftreten. Die Irrtumswahrscheinlichkeiten sind am Anfang jeder Zeile angegeben.

Wir stützten uns bei der Prüfung der Signifikanz der Unterschiede zwischen den Versuchsreihen nur auf die Zeitwerte, da die Häufigkeit, mit der eine Fassung auftritt, nicht unabhängig von der Umschlagzahl ist. (Bei den Vergleichen innerhalb einer Reihe spielte dieses Problem keine Rolle, da Parallelstichproben von Werten vorliegen.)

Folgende Einzeldifferenzen ließen sich als signifikant nachweisen (Mann-Whitney U Test; A<sub>01</sub> vs A<sub>02</sub> Wilcoxon-Test):

|     |                                                                                                                                                                                            |     |                                                                                                                                                                                                                               |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RR: | B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> > alle übrigen<br>A <sub>2</sub> > alle übrigen außer B <sub>1</sub> und B <sub>2</sub>                                                                    | PL: | A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> > A <sub>01</sub> , A <sub>02</sub><br>B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> > A <sub>02</sub>                                                                                                      |
| PR: | C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> > alle übrigen<br>A <sub>02</sub> > A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> , B <sub>1</sub><br>A <sub>01</sub> , A <sub>2</sub> , B <sub>2</sub> > B <sub>1</sub> | TS: | C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> < alle übrigen<br>A <sub>01</sub> , A <sub>02</sub> , A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> > C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub><br>A <sub>02</sub> > A <sub>2</sub> , B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> |

Zusammenfassend kann festgestellt werden: Bei A-Anordnung der Lichter findet man die Phänomene RR, PR, PL und TS relativ gleichgewichtig als Hauptfassungen. Die B-Anordnung ist durch ein Überwiegen der RR-Bewegungen charakterisiert. In den C-Reihen tritt überwiegend PR-Bewegung auf.

### 3. Übereinstimmung der verschiedenen Gewichtigkeitsmaße.

Die verschiedenen Gewichtigkeitsmaße stimmen weitgehend überein. Tab. 5 zeigt die KENDALL'schen Konkordanzkoeffizienten und die aus ihnen abgeleiteten durchschnittlichen SPEARMAN'schen Rangkorrelationskoeffizienten für alle Versuchsreihen.

| Reihe                                                                    | A01  | A02  | A1   | A2   | B1   | B2   | C1   | C2   |
|--------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Konkordanzkoeffizient                                                    | 0,90 | 0,85 | 0,84 | 0,95 | 0,74 | 0,89 | 0,74 | 0,91 |
| Durchschnittlicher<br>Spearman'scher<br>Rangkorrelations-<br>koeffizient | 0,85 | 0,78 | 0,76 | 0,93 | 0,56 | 0,83 | 0,56 | 0,86 |

Tabelle 5

Konkordanzkoeffizienten und durchschnittliche Spearman'sche Rangkorrelationskoeffizienten der verwendeten Gewichtigkeitsmaße in den verschiedenen Versuchsreihen.

Die Konkordanzkoeffizienten sind alle signifikant, für die Reihen A1, A02, B1 und C1 allerdings nur auf dem 5%-Niveau. Vor allem die Werte für B1 und C1 sind relativ niedrig. Das ist darauf zurückzuführen, daß in diesen Reihen das Kriterium „relative Häufigkeit des Auftretens als erster Bewegungseindruck“ nicht genügend differenziert. Bei allen Vpn tritt ein und dieselbe Fassung (B1: RR, C1: PR) als erster Eindruck auf. Die übrigen Fassungen sind daher in bezug auf dieses Maß gleichwertig, und dadurch entstehen starke Abweichungen gegenüber den beiden anderen Kriterien, die zwischen den verbleibenden sieben Fassungen Unterschiede aufweisen. Entsprechend wird der durchschnittliche Übereinstimmungsgrad aller drei Meßwerte herabgesetzt. Berechnet man die Spearman'schen Rangkorrelationen für „relative Häufigkeit des Auftretens“ und „Zeitanteil“, so erhält man für B1 0,74 und für C1 0,99, also Werte, die auf eine recht gute Übereinstimmung hinweisen.

In den Reihen A01, A02 und A1 wird die Korrelation zwischen den verschiedenen Gewichtigkeitskriterien dadurch gestört, daß jeweils eine der P-Fassungen mit einem höheren Zeitanteil, aber weniger häufig auftritt als RR. KÜHNE 1964 ermittelte in unabhängigen Versuchen mit Lämpchenanordnung A den gleichen Befund. Demnach scheint eine gesetzmäßige Beziehung vorzuliegen. Wir wollen diesem Problem hier jedoch nicht weiter nachgehen.

### III. Teil:

## Diskussion.

### Kapitel 1: Die verwirklichten Bewegungsfassungen.

#### **§ 1. Vorbemerkungen.**

Als unabhängige Variable unserer Versuche war zunächst nur die räumliche Anordnung der Lichtpunkte vorgesehen, die in den Varianten A, B und C angesetzt wurde. — Eine Inspektion der Daten führte jedoch zu der Vermutung, daß auch noch andere Faktoren für die Ergebnisse von Bedeutung sein könnten (s. II, § 2, S. 9 f.). Wir werden die Bedeutung dieser Faktoren (akustische Nebenreizung, Versuchswiederholung, wahrnehmungspsychologische Schulung der Vpn) im einzelnen diskutieren (s. §§ 6, 7). Dabei wird sich zeigen, daß sie für die zentrale Frage: ‚Gesetzlichkeit oder Beliebigkeit des Wahrnehmungsgeschehens‘ keine Rolle spielen. Zunächst klammern wir diese Probleme jedoch aus, indem wir a) die Ergebnisse des Grundversuchs (naives Wahrnehmungsverhalten im Erstversuch bei nur optischer Reizgebung, s. Reihe A<sub>01</sub>, S. 16) für sich genommen diskutieren und b) durch Vergleich der Ergebnisse der Versuchsreihen A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, C<sub>1</sub> (Vpn gleichen wahrnehmungspsychologischen Schulungsgrades, Erstversuch, dem Aufleuchten der Lichter synchrone akustische Nebenreizung, s. II, § 2, S. 15 f.) die Wirkung einer metrischen Variation der Lämpchenanordnung prüfen. Die Frage, inwieweit Befunde aus den Reihen A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub> und C<sub>1</sub> auch als repräsentativ für nur optisch determiniertes Wahrnehmungsverhalten gelten können, wird erst in § 6 behandelt.

#### **§ 2. Zu den Ergebnissen des Grundversuchs** (Versuchsreihe A<sub>01</sub>).

##### 1. Variabilität des Geschehens.

Wie aus Tab. 2 hervorgeht, wurden von einer einzelnen Vp zwischen einer und sechs der insgesamt acht auftretenden Bewegungsformen wahrgenommen. Es kam also vor, daß während der gesamten Beobachtungszeit nur eine Fassung gesehen wurde, jedoch sah keine Vp alle acht unter diesen Bedingungen auftretenden Bewegungsformen.

Die Anzahl der Umschläge schwankte zwischen 0 und 33. Bei der Vp mit den meisten Umschlägen traten also insgesamt 34 in bezug auf die bewegungskonstituierenden Punktzuordnungen von vorhergehenden unterschiedene Eindrücke auf, was bei dieser Vp einer durchschnittlichen Dauer von 8,8 Sekunden pro Eindruck entspricht. Im Mittel dauerte ein Eindruck

demgegenüber 22,4 Sekunden, wobei zu berücksichtigen ist, daß die Umschlagzahl gegen Ende der Beobachtungszeit zunahm.

Die quantitativen Daten zeigen also, daß eine deutliche (nur eindrucksmäßig schwer überschaubare) inter- und intraindividuelle Variabilität des Geschehens gegeben ist.

## 2. Bevorzugung bestimmter Fassungen.

Es hatte sich gezeigt, daß in dieser Reihe die Zeitanteile der wahrgenommenen Fassungen hochsignifikant von der Gleichverteilung abweichen. Faßt man die Zeitanteile der am stärksten vertretenen Phänomene zusammen, so entfallen 86<sup>0</sup>/<sub>0</sub><sup>17)</sup> der Beobachtungszeit auf vier Hauptfassungen, während die vier verbleibenden Bewegungsphänomene sich in die restlichen 14<sup>0</sup>/<sub>0</sub> teilen müssen. Damit erweist eine objektive Registrierung und quantifizierende Auswertung der Beobachtungen der Vpn zweifelsfrei, daß im Gegensatz etwa zu der Annahme von NEUHAUS 1930, auch bei pausenloser alternierender Darbietung und bei einer Lämpchenanordnung, die auf Grund ihres symmetrischen Aufbaues das Auftreten einer größeren Zahl gleichgewichtiger Fassungen erwarten läßt (s. S. 11 f.), keine regellose Vielfalt von Phänomenen auftritt, sondern ganz bestimmte Phänomene bevorzugt sind. Damit kann die eingangs (s. I, § 2, S. 12 f.) formulierte Hypothese als eindeutig bestätigt angesehen werden.

## 3. Erklärungsgesichtspunkte.

Wir wollen nun prüfen, ob sich auf Grund der festgestellten Bevorzugungen Gesetzlichkeiten für das Wahrnehmungsverhalten erschließen lassen.

### a) *Der Faktor der Nähe.*

Die elementarste Gesetzmäßigkeit, an die man denken könnte, ist, daß die Bewegung bevorzugt den kürzesten Weg einschlägt, wie das schon von WERTHEIMER 1912 und v. SCHILLER 1933 demonstriert wurde. Da sich in unserem Fall nicht ein Punkt bewegt, sondern in der Regel drei, könnte man als Hypothese aufstellen:

Diejenige Bewegung, bei der die Summe der Bewegungswege aller drei Punkte am kleinsten ist, wird bevorzugt. Ist die Summe der Bewegungswege bei mehreren Bewegungsfassungen gleich, so sollte man erwarten, daß, wenn sonst kein Faktor im Spiel ist, zwischen diesen Fassungen keine Unterschiede in bezug auf den Zeitanteil an der Gesamtbewegungszeit bzw. die Häufigkeit des Auftretens bestehen.

Auf Grund der Abmessungen unserer Lämpchenanordnung ergibt sich

---

<sup>17)</sup> Für die Diskussion runden wir die Zahlenwerte der Tab. 4 auf ganze Procente ab.

für die verschiedenen Phänomene folgende Gesamtlänge der Bewegungswege aller drei Punkte:

|     |     |     |     |     |       |      |        |
|-----|-----|-----|-----|-----|-------|------|--------|
| PR  | PL  | DrR | DrL | TS  | DiagR | RR   | Kreuzb |
| 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 9,2   | 11,4 | 14,6   |

Tabelle 6

Summe der Bewegungswege aller drei Lichtpunkte bei den verschiedenen Bewegungsfassungen. A-Anordnung der Lichter. Längenangaben in cm.

Wie Tab. 6 zeigt, haben bei Anordnung A die Phänomene PR, PL, DrR, DrL und TS den kürzesten Bewegungsweg (7,6 cm), es folgen DiagR mit 9,2 cm, RR mit 11,4 cm und Kreuzb mit 14,6 cm. Wir müßten daher gemäß der oben formulierten Annahme PR, PL, TS, DrL und DrR gleichwertig als gewichtigste Fassungen erwarten. Als nächst gewichtiges Phänomen müßte DiagR folgen und schließlich RR und Kreuzb. Die empirischen Befunde stimmen mit dieser Erwartung keinesfalls überein (s. Tab. 4).

An der Spitze stehen nicht gleichwertig PR, PL, DrL, DrR und TS, sondern PR, TS, RR signifikant gegen die übrigen Phänomene abgesetzt. Dabei gehören PR und TS zu den auf Grund eines besonders kurzen Bewegungsweges bevorzugten Fassungen, RR jedoch keinesfalls. Andererseits gehören die der Weglänge nach bevorzugten Fassungen PL, DrR, DrL zu denjenigen mit einem weniger großen Zeitanteil und liegen signifikant hinter der weg-längenmäßig benachteiligten RR-Fassung.

Einen globalen quantitativen Kennwert für diese Verhältnisse erhält man, wenn man die Rangreihe der Bewegungsweglängen mit der der Zeitanteile korreliert. Die SPEARMAN-Rangkorrelation zwischen Weglänge und Zeitanteil der acht vorkommenden Phänomene liegt mit 0,46 in der erwarteten Richtung (kurzer Bewegungsweg — hoher Zeitanteil), ist jedoch nicht signifikant.

Die Wirkung des Faktors der Nähe läßt sich damit aus den Ergebnissen der Reihe A<sub>01</sub> nicht zweifelsfrei belegen.

Man wird daraus nicht den Schluß ziehen, daß dieser Faktor in unserem Zusammenhang nicht von Bedeutung ist, sondern daß er von anderen Faktoren überspielt wird. Es wird sich zeigen, das sei hier schon vorausgeschickt, daß die „stärkeren“ Faktoren „im eigentlichen Sinne ganzheitliche“ sind. Das ist insofern bemerkenswert, als die Bedeutung derartiger (Prägnanz-)Faktoren für stroboskopische Alternativbewegungen in früheren Arbeiten (z. B. v. SCHILLER 1933) noch nicht eindeutig demonstriert werden konnte (vgl. METZGER 1934, S. 4).

### b) *Prägnanter Verlauf der Bewegungsbahnen.*

Betrachten wir die Fassungen, deren Platz in der empirischen Gewichtigkeitsrangfolge nicht den Erwartungen auf Grund der Länge des Gesamtbewegungsweges entspricht. Die RR-Fassung, die der Weglänge nach an vor-

letzter Stelle steht, nimmt in der Gewichtigkeitssrangfolge nach Zeitanteilen den dritten Platz ein (wobei zu berücksichtigen ist, daß die auf den ersten drei Plätzen liegenden Fassungen sich untereinander nicht signifikant unterscheiden, aber alle drei bedeutsam vor den folgenden Fassungen bevorzugt sind; ferner, daß die RR-Fassung an erster Stelle steht, wenn man die relative Häufigkeit des Auftretens als Gewichtigkeitskriterium verwendet). Diese Fassung tritt also mit einem wesentlich höheren Gewicht auf als man es auf Grund der Länge des Bewegungsweges erwarten sollte. Die Betrachtung der Bewegungsbahnen läßt erkennen, durch welche Faktoren diese Alternative besonders begünstigt wird. Die Bewegungsbahnen sind von gleicher Länge; ihre Anfangs- und Endpunkte liegen auf gleicher Höhe; die Bahnen verlaufen parallel zueinander in einer Hauptraumrichtung, der Vertikalen. Die Bewegungsbahn des mittleren Punktes liegt symmetrisch in bezug auf die Bahnen der beiden anderen Punkte. Die von den Bewegungsbahnen gebildete Gesamtgestalt weist also Eigenschaften auf, wie sie in der gestalttheoretischen Literatur vielfach als „gestaltlich ausgezeichnet“, „prägnant“ usw. bezeichnet und als für die Strukturierung der Wahrnehmungswelt bedeutsam bezeichnet worden sind. Ebenso ist bekannt, daß das „Prägnanzprinzip“ andere, die Wahrnehmung determinierende, Gesetzmäßigkeiten, wie z. B. das Gesetz der Nähe, überspielen kann. Die große Gewichtigkeit der RR-Fassung im Rahmen der verwirklichten Alternativen erklärt sich also durch die *P r ä g n a n z* der von den Bewegungsbahnen gebildeten Gesamtgestalt.

### c) *Bevorzugung eines Drehsinns.*

Das PR-Phänomen ist mit einem signifikant höheren Zeitanteil vertreten als das PL-Phänomen, obschon die beiden Fassungen sich nur durch ihre Spiegelbildlichkeit unterscheiden, was man auch durch eine Unterscheidung nach dem Drehsinn der Pendelbewegung zum Ausdruck bringen kann. Bei der PR-Bewegung dreht sich das Dreieck (in der Regel, s. u.) von der  $V_p$  aus gesehen nach rechts aus seiner Ruhelage heraus und pendelt in sie zurück, bei der PL-Fassung pendelt die Figur zunächst nach links und dann in die „Normallage“ zurück.

Die gleiche Links-Rechts-Klassifizierung ist bei DiagR und DiagL möglich. Allerdings wird dabei stets vorausgesetzt, daß die X-Lichter die Ausgangslage der Bewegung markieren. Bestimmen die Y-Lichter die Normallage, so sieht man bei PR ein auf der Spitze stehendes Dreieck, das „nach links“ umfällt und sich wieder aufrichtet. (Entsprechendes gilt für PL, DiagR und DiagL; s. Abb. IIIb—e.) Eine Links-Rechts-Klassifizierung ist also nur in Zusammenhang mit der (nach dem Eindruck des V) bevorzugten Markierung der Normallage durch die X-Konstellation sinnvoll (s. S. 22 f., 27 und 40).

Wenn man die oben angegebenen Fehlermöglichkeiten bei der Klassifizierung außer acht läßt, sprechen die empirischen Daten dafür, daß eine anfängliche Rechtsbewegung vor der entsprechenden Linksbewegung den Vorzug hat, was mit Befunden übereinstimmt, die PHILLIP und FISICHELLI 1945 bei der Beobachtung von LISSA'OUS-Figuren eines Oszillographen gewannen.

d) „Umlaufbewegungen“ gegenüber „Hin- und Her-Bewegungen“.

Eine weitere Störung der Korrelation zwischen Länge des Bewegungsweges und Gewichtigkeit der Fassungen ergibt sich daraus, daß die DrR- und DrL-Bewegungen, die mit zu den vier Fassungen mit dem kürzesten Bewegungsweg gehören, so sehr schwach vertreten sind. Ein Umstand, der die Dr- von den P-Bewegungen unterscheidet, besteht darin, daß bei den Dr-Bewegungen alle sechs objektiven Lichter benötigt werden, um ein genidentisches Anschauungsobjekt zu konstituieren, bei den P-Phänomenen dagegen nur zwei. Entsprechend durchläuft bei den Dr-Bewegungen jeder der drei anschaulichen Lichtpunkte den gesamten Umfang der von der Lämpchenanordnung gebildeten Figur (s. Abb. 3), während sich bei den P-Bewegungen jeder Punkt auf einem nur ihm zugehörigen Abschnitt dieses Umfangs hin und her bewegt. Daraus folgt, daß die Anzahl der von den drei anschaulichen Lichtpunkten durchlaufenen Positionen bei den Dr-Phänomenen größer ist als bei den P-Bewegungen. Ferner, daß es bei den P-Phänomenen möglich ist, jede Position der Bewegungsbahnen einem bestimmten Anschauungsobjekt eindeutig zuzuordnen, bei den Dr-Bewegungen dagegen nicht.

Die P-Bewegungen sind zudem einfacher gegliedert, da bei ihnen ein anschaulicher Geschehensabschnitt (s. S. 38) schon nach zwei, bei den Dr-Phänomenen erst nach sechs Bewegungsschritten, in deren Verlauf zudem mehrere Richtungsänderungen notwendig sind (s. Abb. IIIh und i), abgeschlossen ist.

Daß die Dr-Bewegungen, wie die Ergebnisse zeigen, gegenüber den P-Phänomenen benachteiligt sind, erklärt sich demnach durch ihren komplizierteren Aufbau.

e) *Erhaltung der Einheit der Lichtpunkte.*

Noch eine weitere Gesetzmäßigkeit läßt sich aus den bisherigen Ergebnissen ableiten. Wir haben hervorgehoben, daß die — trotz des verhältnismäßig langen Bewegungsweges — große Gewichtigkeit des RR-Phänomens durch den besonders hohen Prägnanzgrad der von den Bewegungsbahnen bei dieser Fassung gebildeten Gesamtgestalt bedingt ist. Als besondere Vorzüge dieser Fassung nannten wir den Umstand, daß sich alle Punkte auf Bahnen von gleicher Länge bewegen, die symmetrisch und parallel zueinander in einer Hauptraumrichtung<sup>18)</sup> verlaufen, wobei die Anfangs- und Endpunkte der Bahnen jeweils auf einer Linie liegen. Genau die gleichen Vorzüge hat

<sup>18)</sup> Allerdings ist die Hauptraumrichtung, in der sich die Punkte bewegen, in einem Fall die Vertikale, im anderen die Horizontale. In noch unveröffentlichten Versuchen konnte der Verf. feststellen, daß stroboskopische Alternativbewegungen die Vertikale vor der Horizontalen bevorzugen. Diese Bevorzugung ist jedoch nicht so stark, daß sie im vorliegenden Fall als entscheidendes Erklärungsprinzip dienen könnte.

nun auch das TS-Phänomen, wie man sich an Abb. I und IIIa bzw. IIIg leicht veranschaulichen kann. Außerdem gehört dieses Phänomen zu den Fassungen mit dem kürzesten Bewegungsweg, und die Punkte bewegen sich auf nur zwei Bahnen gegenüber dreien bei RR, PR oder PL. Unter einem Ökonomiegesichtspunkt, dessen Bedeutung für die Wahrnehmung vielfach belegt ist, könnte man darin einen weiteren Vorteil sehen. Man sollte daher nach dem bisher Gesagten diese Fassung als gewichtigste erwarten. Diese Erwartung wird durch die empirischen Befunde nicht bestätigt<sup>18)</sup>.

Das spricht dafür, daß für die Verwirklichung der Bewegungsalternativen ein Faktor von Bedeutung ist, der bisher noch nicht in die Betrachtung einbezogen wurde, und hinsichtlich dessen die TS-Fassung gegenüber anderen Phänomenen benachteiligt ist. — Es liegt nahe, in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, daß die TS-Fassung das einzige Phänomen ist, bei dem die Lichtpunkte nicht als in sich geschlossene, einheitliche und unveränderte Objekte bestehen bleiben, sondern „Teilungen“ und „Zusammenschlüsse“ vorkommen. Es scheint eine Tendenz zur Bevorzugung von Fassungen zu bestehen, bei denen im beschriebenen Sinne die Einheit der sich bewegenden Objekte erhalten bleiben kann.

Man wird darin eine Parallele zum v. SCHILLER'schen Gesetz von der „Erhaltung der zeitersten Gestalt“ sehen. Die „Erhaltung“ betrifft in diesem Falle nicht die „Sekundärorganisation“ der Zusammenhangsbeziehungen zwischen mehreren aus dem Grund ausgegliederten Figuren, sondern die „Primärorganisation“, die ausgegliederten Anschauungsobjekte selbst.

Die Begriffe Primär- und Sekundärorganisation sind hier im Sinne von MÜLLER 1964 gebraucht. Vgl. auch die Unterscheidung zwischen ‚starken‘ und ‚schwachen‘ Gestalten (KÖHLER 1920).

#### f) *Vorzüge der PR-Fassung.*

Wir haben die Vorzüge von zwei der mit großer Gewichtigkeit auftretenden Bewegungsformen (TS, RR) dargestellt und gleichzeitig darauf hingewiesen, daß beide Fassungen auch Eigenschaften haben, die im Sinne der bekannten Wahrnehmungsgesetzlichkeiten als Nachteile zu bewerten sind. Bei RR war das der relativ lange Bewegungsweg, bei TS der Umstand, daß die figurale Einheit der anschaulichen Objekte nicht gewahrt bleibt.

Die Vorzüge der Fassung mit dem höchsten Zeitanteil unter den drei bevorzugten Bewegungsformen, des PR-Phänomens, wurden noch nicht aufgewiesen. Diese Fassung ist zunächst durch einen kurzen Bewegungsweg begünstigt, jedoch in dieser Hinsicht nicht besser gestellt als PL, TS, DrR und DrL. Vor den Dr-Fassungen ist PR jedoch als (einfachere) „Hin- und Herbewegung“ bevorzugt (s. S. 55). Gegenüber TS besteht der Vorteil, daß die figurale Einheit der anschaulichen Objekte erhalten bleibt, gegenüber PL der des bevorzugten Drehsinns. Der einzige Nachteil dieser Fassung liegt darin,

daß die von den Bewegungsbahnen gebildete Gestalt (obschon alle Bahnen in den Hauptraumrichtungen verlaufen) keinen so hohen Prägnanzgrad hat wie bei RR und TS. Dieser Nachteil wird aber offenbar dadurch ausgeglichen, daß die Bewegungen der drei Punkte, die für sich betrachtet unübersichtlich und kompliziert wirken, durch die Einbettung in einen, eine sinnvolle Einheit bildenden, einfachen Gesamtvorgang, „Pendeln eines Dreiecks“, zu stimmigen Teilprozessen eines übergeordneten Geschehens werden.

#### *g) Nachteile des DiagR- und Kreuzb-Phänomens.*

Betrachten wir die nur sehr selten auftretenden Bewegungsformen DiagR und Kreuzb. Zunächst ist zu sagen, daß es sich um Fassungen handelt, die einen relativ langen Bewegungsweg aufweisen. Dieser kann jedoch zumindest im Fall von DiagR nicht die einzige Ursache für das seltene Vorkommen sein, da die Fassung in dieser Hinsicht mit 9,2 cm günstiger gestellt ist als RR mit 11,4 cm.

Nachteilig für die Verwirklichung von DiagR sind jedoch zumindest folgende drei Gesichtspunkte: 1. Die Bewegungen der Punkte erfolgen nicht wie bei RR und TS in einer Richtung (wenn auch gegenläufig), sondern in zwei verschiedenen Richtungen, ohne daß sie, wie bei PR und PL bzw. DrR und DrL, in einen einheitlichen Vorgang der Bewegung einer Gesamtfigur eingebettet sind. — 2. Die Bewegungsbahn des Punktes mit dem längsten Bewegungsweg verläuft im Gegensatz zu den Bewegungen der Punkte bei allen übrigen Phänomenen, außer Kreuzb, nicht in einer Hauptraumrichtung, sondern schräg (s. Abb. IIIc). — 3. Häufig sieht man beim DiagR-Phänomen nicht die Bewegung von Einzelpunkten, sondern eine horizontale Parallelverschiebung einer Stange und die schräg verlaufende Bewegung des dritten Punktes. Bei dieser Auffassung muß der Punkt mit schräger Bewegungsrichtung sich „durch die Stange hindurch“ bewegen, oder eines der beiden Gebilde (Stange oder Einzelpunkt) muß die Schirmebene verlassen, um sich „vor“ oder „hinter“ dem anderen vorbei zu bewegen. Bewegungen außerhalb der Schirmebene werden unter unseren Bedingungen jedoch selten verwirklicht. Andererseits ist es, wenn man annimmt, daß der stroboskopischen Bewegung Interaktionen zwischen den durch die sukzessive Reizung ausgelösten elektrophysiologischen Erregungsvorgängen zugrunde liegen, ungünstig, wenn die Bewegung Bereiche durchlaufen muß, in denen auf Grund der Wahrnehmung einer Figur elektrophysiologische Prozeßfelder aus dem im Ruhezustand befindlichen Milieu ausgegliedert sind. Beobachtungen, die diese Annahme stützen, finden sich schon bei LEHMANN 1939 und in den Arbeiten, die sich mit der Wahrnehmung stroboskopischer Bewegung in gesättigten Bereichen des Wahrnehmungsfeldes befassen (DEATHERAGE und BITTERMANN 1952, SHAPIRO 1954, BRENNER 1953, HOETH u. BRÜNING 1967).

Hinweise darauf, daß sich bewegte Figuren ungern „durchdringen“, gibt in anderem Zusammenhang schon METZGER 1934.

„Kreuzb“ ist das einzige der auftretenden Phänomene, bei dem die Bewegungsbahnen sich überkreuzen (s. Abb. IIIf). In Versuchen von METZGER 1934, 1953, 1962 und BOSINELLI, CANESTRARI und MINGUZZI 1960 wurden derartige Bahnkreuzungen bei realen und stroboskopischen Bewegungen nicht selten beobachtet. In all diesen Fällen war jedoch die Kreuzungsalternative vor der ungekreuzten durch andere Faktoren (z. B. durch geradlinigen oder durchgehenden Verlauf usw.) begünstigt. In unserem Fall besteht eine derartige Begünstigung nicht. Darüber hinaus ist das Kreuzb-Phänomen dasjenige mit dem längsten Bewegungsweg und das einzige Phänomen, bei dem gleichzeitig Bewegungen in drei verschiedenen Richtungen verlaufen. Das seltene Auftreten dieser Fassung ist also erklärlich.

### **§ 3. Zur metrischen Variation der Lichteranordnung** (in den Versuchsreihen A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>).

#### **1. Bevorzugung bestimmter Fassungen.**

Eine Beliebigkeitsannahme wird auch durch die Ergebnisse dieser Versuchsreihen eindeutig widerlegt. Auf vier Hauptfassungen (RR, PR, PL, TS) entfallen in Reihe A<sub>1</sub> 93% der Beobachtungszeit (s. hier und im folgenden Tab. 4). In Reihe B<sub>1</sub> nimmt mit RR eine einzige Fassung 64%, in Reihe C<sub>1</sub> mit PR sogar 86% der Beobachtungszeit in Anspruch.

Die Variabilität des Geschehens ist entsprechend der sehr starken Bevorzugung von PR in C<sub>1</sub> geringer als in A<sub>1</sub> und B<sub>1</sub> (s. Tab. 2 und S. 43 f.). Der Unterschied zu B<sub>1</sub> läßt sich für das Kriterium „Anzahl der Fassungen“ allerdings nur bei gerichteter Hypothese sichern.

#### **2. Übereinstimmungen zwischen den Ergebnissen der Versuchsreihen.**

In A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub> und C<sub>1</sub> traten keine Phänomene auf, die nicht schon in Reihe A<sub>01</sub> wahrgenommen worden waren. Dies war zu erwarten, da die Lichter in allen Fällen nach dem gleichen Grundprinzip angeordnet waren.

Die Ergebnisse der drei Versuchsreihen stimmen ferner untereinander und mit Reihe A<sub>01</sub> darin überein, daß 1. DiagR und Kreuzb, wenn überhaupt, nur mit einem äußerst geringen Zeitanteil auftreten, 2. die P-Phänomene vor den Dr-Bewegungen bevorzugt sind und 3. das TS-Phänomen trotz gewisser Prägnanzeigenschaften (s. S. 55) in keiner Versuchsreihe an der Spitze steht. Diese Übereinstimmungen sind erklärlich, da die in § 2 diskutierten Tendenzen der Bevorzugung kreuzungsfreier Bewegungen in den Hauptraumrichtungen (s. S. 57) und der Hin- und Her-Bewegungen vor Umlaufbewegungen (s. S. 55) sowie die Tendenz zur Erhaltung der Einheit der ausgegliederten

Anschauungsobjekte (s. S. 56) sich auf Merkmale beziehen, die von der Metrik der Vorlageanordnungen unabhängig sind.

Die Ergebnisse der Reihen  $A_1$  und  $A_{01}$ , bei denen die Lichteranordnung die gleiche war, erwiesen sich mit Ausnahme des Gewichtigkeitsverhältnisses der beiden gestaltlich gleichwertigen, nur durch den Drehsinn unterschiedenen Fassungen PR und PL als übereinstimmend. In  $A_{01}$  war PR bevorzugt, in  $A_1$  PL (s. dazu § 6).

### 3. Der Faktor der Nähe.

Die metrische Variation der Lichteranordnung erweist zweifelsfrei die Bedeutsamkeit des Faktors der Nähe.

Die Gewichtigkeit des RR-Phänomens war in Reihe  $B_1$  deutlich größer als in  $A_1$  (hier und im folgenden s. auch die Zusammenstellung signifikanter Differenzen auf S. 49).

|        | Anordnung A | Anordnung B | Anordnung C |
|--------|-------------|-------------|-------------|
| PR     | 7,6         | 11,4        | 7,6         |
| PL     | 7,6         | 11,4        | 11,4        |
| DrR    | 7,6         | 11,4        | 11,4        |
| DrL    | 7,6         | 11,4        | 11,4        |
| TS     | 7,6         | 15,2        | 11,4        |
| DiagR  | 9,2         | 16,1        | 12,6        |
| RR     | 11,4        | 11,4        | 11,4        |
| Kreuzb | 14,6        | 20,8        | 17,6        |

Tabelle 7

Länge der Bewegungswege (in cm) der einzelnen Fassungen bei den untersuchten Lämpchenanordnungen.

Tab. 7 zeigt: Bei A-Anordnung ist die RR-Fassung gegenüber allen Fassungen außer Kreuzb wegmäßig benachteiligt, bei Anordnung B gegenüber Kreuzb und DiagR bevorzugt und mit den übrigen Bewegungsformen gleichgestellt. Den starken Gewichtigkeitsanstieg der RR-Fassung bei B- gegenüber A-Anordnung wird man als Folge der für RR günstigeren relativen Weglänge in Reihe  $B_1$  ansehen müssen. Der hohe Prägnanzgrad dieser Fassung (s. S. 53 f.) bewirkt, daß RR bei Wegfall der wegmäßigen Benachteiligung stärkste Fassung wird. Entsprechend tritt die TS-Fassung (bei gleichem Prägnanzgrad) auf Grund des längeren Weges (s. Tab. 7) in  $B_1$  mit geringerer Gewichtigkeit auf als in  $A_1$ .

Allerdings könnte sein, daß die stärkeren Formänderungen, die ein pendelndes Dreieck bei B-Anordnung erfährt (s. S. 25 f.), ebenfalls zur geringeren Gewichtigkeit der P-Phänomene in Reihe B<sub>1</sub> beitragen.

Die Wirkung des Faktors der Nähe zeigt sich auch sehr deutlich bei einem Vergleich des Verhältnisses von PL und PR in den Reihen A<sub>1</sub> und C<sub>1</sub>. In Reihe A<sub>1</sub> fanden wir bei gleicher Länge des Bewegungsweges beider Fassungen ein Überwiegen von PL. Bei C-Anordnung ist PR gegenüber PL (und allen übrigen Fassungen) durch einen kürzeren Bewegungsweg bevorzugt (s. Tab. 7). Unter diesen Bedingungen tritt PL in Reihe C<sub>1</sub> überhaupt nicht mehr auf, während PR mehr als  $\frac{4}{5}$  der Bewegungszeit in Anspruch nimmt (s. 1.).

Allerdings ist auch hier wieder mitzubersichtigen, daß das Ausmaß der Formänderung, die ein Dreieck während der Bewegung erleidet, im Falle der C-Anordnung bei PL größer ist als bei PR (s. S. 25).

Der Zeitanteil von PR ist in C<sub>1</sub> auf Grund der wegmäßigen Begünstigung dieses Phänomens vor allen anderen weit höher als in A<sub>1</sub> und B<sub>1</sub>, wo eine Reihe konkurrierender Fassungen einen gleich kurzen Bewegungsweg wie PR haben.

Allerdings ist hier wieder mitzubersichtigen, daß bei C-Anordnung der Prägnanzgrad der RR- und TS-Bewegungen auf Grund der fehlenden Vertikalsymmetrie geringer ist als bei A- und B-Anordnung der Lichter.

#### 4. Zusammenfassung und Folgerungen.

Die Gesamtheit der Ergebnisse der Versuchsreihen A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub> und C<sub>1</sub>, in denen die Metrik der Vorlagemuster verändert wurde, erweist zweifelsfrei die Wirkung des Faktors der Nähe. — Darüber hinaus werden die Befunde der Reihe A<sub>01</sub> mit Ausnahme der Bevorzugung der Rechtsdrehung (bzw. Teildrehung) vor der Linksdrehung bestätigt.

#### **§ 4. Gesetzmäßigkeiten, die das Bewegungsgeschehen bestimmen.**

Die bisher diskutierten Ergebnisse lassen demnach die Wirkung der folgenden Gesetzmäßigkeiten erkennen:

1. Eine Tendenz zur Bevorzugung der kürzeren Bewegungsbahn, entsprechend dem „Identitätsprinzip der geringsten Verschiebung“ (METZGER 1934 und 1962, S. 609; vgl. schon WERTHEIMER 1912, 1923 und v. SCHILLER 1933).

2. Eine Tendenz zur Bevorzugung von Fassungen, bei denen die Gesamtgestalt der Bewegungsbahnen einen hohen Prägnanzgrad aufweist (Bewegun-

gen in den Hauptraumrichtungen, Bewegung auf parallelen Bahnen, Integration der Bewegung der Punkte zu einem einheitlichen einfachen Gesamtvorgang, Symmetrie der Gestalt der Bewegungsbahnen; vgl. dazu auch Ausführungen von METZGER 1934, 1953 und 1962, S. 609 über die Bedeutung des Faktors der Symmetrie für die Ausbildung von Bewegungsverläufen).

3. Eine Tendenz zur Bevorzugung von Bewegungsformen, bei denen die Einheit der ausgegliederten Anschauungsobjekte erhalten bleibt.

4. Eine Tendenz zur Bevorzugung von Bewegungsformen, bei denen die Beziehung anschaulicher Genidentität auf Paare von Lichtern beschränkt ist.

### **§ 5. Informationstheoretische Meßwerte zur Bestimmung des Ausmaßes der Gesetzlichkeit des Wahrnehmungsgeschehens.**

Wir wollen jetzt versuchen, den Grad von Gesetzlichkeit des Geschehens zu ermitteln, den die oben angeführten Tendenzen bewirken. Dabei soll unter Gesetzlichkeit die Abweichung von einem Zufallsgeschehen verstanden werden, bei dem alle vorkommenden Bewegungsformen mit gleicher Häufigkeit verwirklicht werden. Gewisse Hinweise gibt schon der Prozentsatz der Beobachtungszeit, der auf die bevorzugten Fassungen entfällt. Eine bessere Möglichkeit zur Erfassung des Ordnungsgrades des Geschehens bietet die Informationstheorie durch den Begriff der Redundanz.

Wir setzen die informationstheoretischen Grundbegriffe im ganzen voraus. (Vgl. MEYER-EPPLER 1959 bzw. die für den Psychologen leichter zugänglichen Darstellungen bei QUASTLER 1955, ATTNEAVE 1959, 1965, GUTTMANN und KRANNER 1960, MITTENECKER 1960 und HERRMANN 1964.) Hier nur einige kurze Hinweise. Die durchschnittlich mit dem Eintreten eines Ereignisses verbundene Information in bit bestimmt sich als

$$\sum_{i=1}^m p_i \lg \frac{1}{p_i},$$

wenn  $p_i$  die Wahrscheinlichkeit der  $m$  Alternativen bedeutet (Wiener-Shannon).  $\lg m$  ist der Maximalwert, den der Ausdruck nur bei Gleichwahrscheinlichkeit der Alternativen erreichen kann.

Bei einer empirischen Serie von Ereignissen lassen sich die Wahrscheinlichkeiten der verschiedenen Arten von Ereignissen (Alternativen) näherungsweise durch relative Häufigkeiten bestimmen. Dann kann durch den Ausdruck

$$A = 100 \cdot \frac{p_i \lg \frac{1}{p_i}}{\lg m} \%$$

der „Ausnutzungsgrad“ des theoretisch möglichen Informationsgehaltes des in Frage stehenden Symbolkollektivs der Größe  $m$  oder die „relative Entropie“ (MEYER-EPPLER 1959, S. 60 ff.) angegeben werden. Das Komplement:  $C = 100 - A$ , die Redundanz, ist ein Maß für die Vorhersagbarkeit oder Gesetzlichkeit der Serie von Ereignissen.

Wenn in einer Versuchsreihe acht im Sinne unserer Klassifizierung (nach bewegungskonstituierenden Zuordnungspaaren) verschiedene Fassungen auftraten (wie z. B. in Reihe  $A_{01}$ ), ist die Anzahl der Alternativen gleich 8. Bei gleicher Wahrscheinlichkeit, d. h. gleich häufigem Auftreten der 8 Fassungen, ergäbe sich der Informationsbetrag pro Einzelereignis, d. h. pro Auftreten eines bestimmten Phänomens, als der  $\lg$  der Anzahl der Alternativen, also als  $\lg 8 = 3,00000$  bit.

Für die Berechnung des tatsächlichen Informationsgehaltes muß man die verschiedene Wahrscheinlichkeit des Auftretens der einzelnen Fassungen berücksichtigen. Wir gehen dabei von dem Gewichtigkeitskriterium „relative Häufigkeit des Auftretens“ aus, da hier ein „Einzelereignis“ einfach als das jeweilige Auftreten eines bestimmten Bewegungsphänomens definiert werden kann.

Die Berechnungen wurden mit Hilfe der (rechnerisch besonders einfachen) Formel von MCGILL (s. ATTNEAVE 1965, S. 43) vorgenommen<sup>19)</sup>.

Die Ergebnisse sind in Tab. 8 zusammengestellt.

Wir geben die Werte der Reihen  $A_{02}$ ,  $A_2$  und  $B_2$  mit an, obschon diese Versuchsreihen erst weiter unten (§§ 6 und 7) diskutiert werden.

Bei der C-Anordnung wurde der empirische Informationsgehalt der Phänomen-Serien auf Grund einer Zusammenfassung der Ergebnisse der Reihen  $C_1$  und  $C_2$  errechnet, da für Reihe  $C_1$  allein nur 16 Einzelereignisse zur Verfügung standen. Die Zusammenfassung erscheint gerechtfertigt, da zwischen den Ergebnissen der Reihen  $C_1$  und  $C_2$  keinerlei signifikante Unterschiede bestehen. — Für die Errechnung der Redundanzwerte bestehen in unserem Fall zwei Möglichkeiten. Man kann einmal für die Bestimmung von  $H_{\max}$  von einer Anzahl von 8 Fassungen ausgehen, da durch das Auftreten dieser Anzahl von Bewegungsformen in Reihe  $A_{01}$  empirisch belegt ist, daß die entsprechenden Wahrnehmungsmöglichkeiten bestehen. Wenn eine der selteneren Fassungen dann in einer der übrigen Versuchsreihen nicht beobachtet wird, kann man das als zufällig ansehen und die entsprechende Bewegungsform trotzdem bei der Errechnung von  $H_{\max}$  berücksichtigen, wobei sich dann für alle Versuchsreihen ein maximaler Informationsgehalt von 3,00000 bit pro Ereignis ergibt. Man kann jedoch bei der Berechnung von  $H_{\max}$  auch konsequent nur die in der betreffenden Versuchsreihe tatsächlich verwirklichten Bewegungsphänomene zugrunde legen. Da wir in diesem Abschnitt nur das Ausmaß von Gesetzmäßigkeit unter den verschiedenen Bedingungen bestimmen wollen, das sich aus den Bevorzugungsverhältnissen innerhalb der tatsächlich beobachteten Fassungen ergibt, ist das letztgenannte konsequentere Verfahren vielleicht vorzuziehen. Wir geben jedoch in Tab. 8, in der die A- und C-Werte für die verschiedenen Versuchsreihen zusammengestellt sind, in Klammern auch die auf 8 Alternativen bezogenen Beträge an.

Wenn man sich das Ausmaß an Abweichung von einem reinen Zufallsgeschehen veranschaulichen will, ist es zweckmäßig, sich auf einen für die

---

<sup>19)</sup> Die Ergodizität des Geschehens (s. ATTNEAVE 1965, S. 29) wurde überprüft. Es bestehen keine signifikanten Unterschiede in bezug auf die Häufigkeit, mit der die Fassungen in den verschiedenen Versuchsabschnitten verwirklicht wurden.

| Ver-<br>suchs-<br>reihe         | Zahl der<br>beobachteten<br>Einzel-<br>ereignisse | Zahl der<br>beobachteten<br>Fassungen | maximaler<br>Informations-<br>gehalt<br>in bit | empirischer<br>Informations-<br>gehalt pro<br>Einzel-<br>ereignis<br>in bit | Aus-<br>nut-<br>zungs-<br>grad<br>in % | Re-<br>dun-<br>danz<br>in % |
|---------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|
| A <sub>01</sub>                 | 214                                               | 8                                     | 3,00000                                        | 2,43727                                                                     | 81,2<br>82,5                           | 18,8<br>17,5                |
| A <sub>02</sub>                 | 272                                               | 7                                     | 2,80735                                        | 2,31720                                                                     | (77,2)<br>82,7                         | (22,8)<br>17,3              |
| A <sub>1</sub>                  | 144                                               | 7                                     | 2,80735                                        | 2,32213                                                                     | (77,4)<br>82,6                         | (22,6)<br>17,4              |
| A <sub>2</sub>                  | 468                                               | 7                                     | 2,80735                                        | 2,31913                                                                     | (77,3)<br>74,6                         | (22,7)<br>25,4              |
| B <sub>1</sub>                  | 76                                                | 7                                     | 2,80735                                        | 2,09425                                                                     | (69,8)<br>81,0                         | (30,2)<br>19,0              |
| B <sub>2</sub>                  | 395                                               | 7                                     | 2,80735                                        | 2,27318                                                                     | (75,8)<br>69,2                         | (24,2)<br>30,8              |
| C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> | 83                                                | 6                                     | 2,58496                                        | 1,78914                                                                     | (59,6)                                 | (40,4)                      |

Tabelle 8

Ausnutzungsgrad und Redundanz des Symbolkollektivs in den verschiedenen Versuchsreihen. Bei den Reihen, in denen weniger als 8 Bewegungsformen beobachtet wurden, beziehen sich die in Klammern stehenden Werte auf 8 Fassungen, wie sie auf Grund der Ergebnisse der Reihe A<sub>01</sub> als unter diesen Bedingungen beobachtbar nachgewiesen sind.

Anschaung leichter überblickbaren Fall, etwa das Werfen einer Münze, zu beziehen (ATTNEAVE 1959, 1965, HERRMANN 1964). Bei einer Münze, bei der die Wahrscheinlichkeit für „Kopfwürfe“ ebenso wie die für „Adlerwürfe“  $1/2$  ist, beträgt der Informationsgehalt jedes der beiden möglichen Ereignisse  $\lg 2 = 1$  bit. Präpariert man die Münze, so daß eine der beiden Alternativen wahrscheinlicher ist als die andere, so wird der Informationsgehalt der beiden Alternativen nicht mehr voll ausgenutzt; es ergibt sich ein gewisses Maß von Vorhersagbarkeit, von Redundanz des Geschehens.

In Abb. 4 sind die Ergebnisse unserer Versuchsreihen in Form von Säulendiagrammen dargestellt. Die Ordinatenwerte sind doppelt angegeben, links als Redundanzbeträge, rechts als zugeordnete Wahrscheinlichkeiten für die Verwirklichung einer der beiden Alternativen beim Werfen mit einer (präparierten) Münze<sup>20)</sup>.

<sup>20)</sup> Wir stützten uns bei der Ermittlung dieser Werte auf die Tabelle für die Funktion  $-\lg p$  bei MEYER-EPPLER (1959, S. 402 f.).

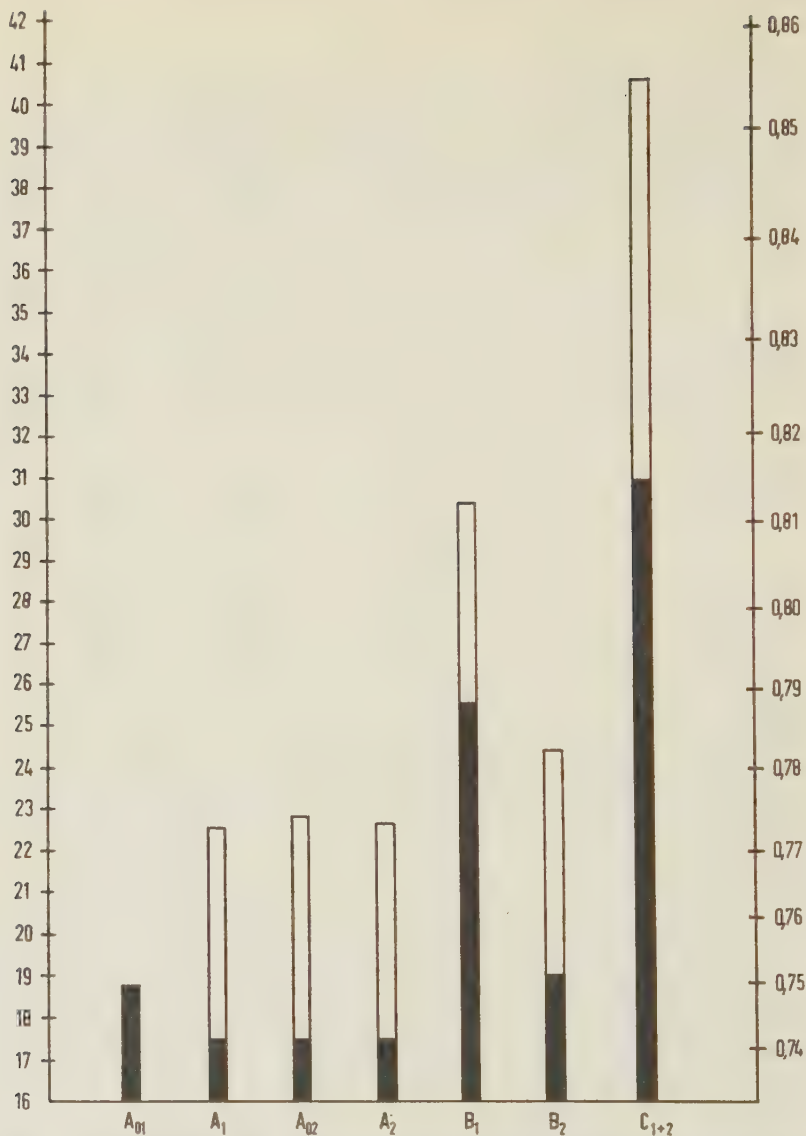


Abb. 4. Meßwerte für die Vorhersagbarkeit des Wahrnehmungsgeschehens in den verschiedenen Versuchsreihen. — Redundanzen (linke Skala) und entsprechende Wahrscheinlichkeiten für die Verwirklichung einer bestimmten von zwei möglichen Alternativen (rechte Skala), wie im Beispiel der präparierten Münze. — Die ausgefüllten Teile der Säulen geben den Grad der Vorhersagbarkeit, ausgehend von der in der jeweiligen Versuchsreihe empirisch verwirklichten Anzahl von Bewegungsfassungen, an. Die nicht ausgefüllten Teile veranschaulichen den Vorhersagbarkeitsgrad, der sich unter der Annahme eines Zeichenvorrats von acht Fassungen, wie sie in Reihe A<sub>01</sub> beobachtet wurden, errechnet.

Gehen wir nur von den in jeder Reihe tatsächlich beobachteten Phänomenen aus, so ergibt sich bei A-Anordnung der Lichter ein Grad von Vorhersagbarkeit des Geschehens, der dem beim Werfen mit einer Münze entspricht, die mit einer Wahrscheinlichkeit zwischen 0,74 und 0,75, also in 74 bis 75 anstatt 50% der Fälle, „Kopfwürfe“ liefert. Bei B-Anordnung finden wir im Erstversuch einen noch höheren Grad von Gesetzlichkeit des Geschehens, der dem von Wurfserien mit einer Münze, die in 78 bis 79% der Fälle „Kopf“ zeigt, gleichwertig ist. Beim Zweitversuch mit B-Anordnung der Lichter liegt der Ordnungsgrad des Wahrnehmungsgeschehens in der gleichen Größenordnung wie bei den Versuchen mit Anordnung A. Bei C-Anordnung finden wir das höchste Maß an Gesetzlichkeit. Die Redundanz des Wahrnehmungsgeschehens unter diesen Bedingungen entspricht der beim Werfen mit einer Münze, bei der in über 81% der Fälle eine bestimmte der beiden möglichen Alternativen verwirklicht wird.

Daß bei C-Anordnung der Lichter die größte Redundanz des Geschehens gegeben ist, ist erklärlich. Wir begünstigten hier eine schon bei A-Anordnung sehr gewichtige Fassung, das PR-Phänomen, durch den Faktor der Nähe vor allen übrigen Fassungen und setzten außerdem den Prägnanzgrad der konkurrierenden Phänomene herab. (Wie man anhand von Abb. IIc veranschaulichen kann, sind z. B. TS und RR bei dieser Reizanordnung nicht mehr symmetrisch in bezug auf eine vertikale Achse, bei PL sind sehr starke Formveränderungen erforderlich, wenn die Pendelbewegung einer Dreiecksfigur wahrgenommen werden soll usw.) Dies führt zu einer starken Zunahme der Gewichtigkeit der PR-Fassung und damit zu einem Anstieg der Redundanz. — Die höhere Redundanz beim Erstversuch mit B-Anordnung gegenüber den Ergebnissen im Zweitversuch könnte man hypothetisch folgendermaßen erklären: Bei Anordnung B ist die besonders prägnante RR-Fassung im Gegensatz zu den Verhältnissen bei den beiden anderen Anordnungen nicht durch einen relativ langen Bewegungsweg benachteiligt. Daher wird sie mit einer sehr großen Häufigkeit wahrgenommen, was zu einem recht hohen Grad von Redundanz führt.

Die Vpn der Reihe B<sub>2</sub> hatten im Erstversuch unter A-Bedingungen beobachtet.

Unter diesen Bedingungen standen die P-Fassungen, was den Zeitanteil betrifft, im Vordergrund. Die Vpn brachten also in den Zweitversuch möglicherweise eine objektive Einstellung auf die Wahrnehmung von Pendelfassungen, die der Begünstigung des RR-Phänomens durch die objektiven Faktoren entgegenwirkte. Dadurch erreichten die RR-, PL- und PR-Phänomene ein höheres Maß an Gleichgewichtigkeit und entsprechend kam eine geringere Redundanz zustande.

Geht man für alle Versuchsreihen von der Möglichkeit, wie in A<sub>01</sub> acht Fassungen wahrzunehmen, aus, also von einem höheren Zeichenvorrat, errechnet sich entsprechend ein höheres Maß an Vorhersagbarkeit.

Die ausgefüllten Teile der Säulen in Abb. 4 veranschaulichen das Maß an Gesetzlichkeit, das sich errechnet, wenn man nur von den in jeder einzelnen Reihe beobachteten Fassungen ausgeht, die nicht ausgefüllten Teile den zusätzlichen Redundanzbetrag, der sich unter der Annahme eines Kollektivs von acht Fassungen, wie sie in Reihe A<sub>01</sub> auftraten, errechnet.

Wir haben in unserer Berechnung nur die ungleiche Wahrscheinlichkeit der Einzelereignisse berücksichtigt, erfassen also nur die Redundanz 1. Ordnung. Die Kontextredundanz auf Grund der (eventuell) ungleichen Verbundwahrscheinlichkeiten

der Ereignisse wurde vernachlässigt. Insofern besteht die Möglichkeit, daß wir die Gesamtredundanz des Geschehens unterschätzen.

Wir haben ferner, in der gleichen Weise wie etwa HERRMANN 1960, die Reaktionen sämtlicher Vpn gemeinsam behandelt. Redundanzwerte, die auf diese Art berechnet werden, sind in der Regel niedriger, als wenn man die Reaktionen jeder einzelnen Vp auf die in ihnen enthaltene Redundanz prüft und die Werte dann mittelt. Das ist darauf zurückzuführen, daß Abweichungen von einer Gesetzmäßigkeit der Reaktionen, die auf die interindividuelle Varianz zurückgehen, in die individuellen Redundanzwerte nicht eingehen und so ein höheres Maß an Vorhersagbarkeit erzielt wird. — Unsere Form der Redundanzberechnung ergibt also ein Maß für die Vorhersagbarkeit individueller Reaktionen auf Grund allgemeiner psychologischer Gesetzmäßigkeiten (vgl. ATTNEAVE 1965, S. 48).

## § 6. Die Bedeutung der synchronen akustischen Reizung.

Um die Bedeutsamkeit dieses Faktors abzuschätzen, stehen uns die Ergebnisse der Reihen A<sub>01</sub> und A<sub>1</sub> zur Verfügung (s. S. 15 f.).

Hinsichtlich der Variabilität des Geschehens in den beiden Reihen besteht kein Unterschied (s. Tab. 2 und die Übersicht über signifikante Differenzen der Variabilitätsmaße, S. 43).

Die Zeitanteile der einzelnen Fassungen in den beiden Reihen sind einander in Tab. 9 noch einmal gegenübergestellt.

|        | A <sub>01</sub> |      | A <sub>1</sub> |
|--------|-----------------|------|----------------|
| RR     | 18              |      | 20             |
| PR     | 32              | } 45 | 19             |
| PL     | 13              |      | 37             |
| TS     | 24              |      | 18             |
| DrR    | 7               | } 10 | 1              |
| DrL    | 3               |      | 4              |
| DiagR  | 1               |      | 2              |
| Kreuzb | 2               |      | 0              |

Tabelle 9

Ergebnisse der Reihen A<sub>01</sub> und A<sub>1</sub>, Zeitanteile der verschiedenen Fassungen in %.

Wie man sieht, besteht ein hohes Maß von Übereinstimmung der für die in beiden Reihen gefundenen Werte. Von dieser Feststellung gibt es (vgl. schon S. 59) lediglich eine Ausnahme: Das nach Zeitanteilen gewichtigste Phänomen der Reihe A<sub>01</sub> ist PR mit einem Anteil von 32% an der Gesamtbewegungszeit, während das PL-Phänomen nur während 13% der Zeit gesehen wird. Demgegenüber ist in der Reihe mit akustischer Nebenreizung das PR-Phänomen mit einem Zeitanteil von nur 19% vertreten, während PL mit 37% an erster Stelle steht. Anstelle einer Bevorzugung der Pendelbewegung, deren erste Phase in einer Teildrehung nach rechts besteht in der Reihe A<sub>01</sub>, tritt eine Bevorzugung des Pendelns nach links

(erste Teildrehung) in der Vergleichsreihe. (Hier ist jedoch auf die auf S. 54 dargestellten Vorbehalte gegenüber einer Rechts-Links-Klassifizierung zu verweisen.)

Sucht man trotz dieser Vorbehalte eine Erklärung für den Unterschied in der Gewichtigkeit von PR und PL in den beiden Reihen, so kann man folgende Überlegung anstellen: Bei der PR-Bewegung führt bei der Bewegung des Dreiecks der linke Eckpunkt die anschaulich gewichtigste Bewegung mit dem (objektiv und anschaulich) längsten Bewegungsweg aus, während bei der PL-Fassung das gleiche für den rechten Eckpunkt des sich bewegenden Dreiecks gilt. Man könnte (in Einklang mit entsprechenden Äußerungen der Vpn annehmen, daß auf Grund der von rechts kommenden akustischen Reizung (die Kontaktapparatur stand ja rechts vom Beobachtungsschirm, s. Abb. 2) der Hauptakzent der Bewegung nach der Seite zu verlegt wird, von der die simultanen akustischen Reize kommen und so entgegen der Bevorzugung der anfänglichen Rechtsdrehung eine anfängliche Linksdrehung resultiert. Damit würde übereinstimmen, daß wir in Reihe A<sub>01</sub> der Tendenz nach die Bevorzugung der Rechtsdrehung auch im Verhältnis von DrR und DrL wiederfinden (7% gegenüber 3%), während in Reihe A<sub>1</sub> das DrR-Phänomen so gut wie gar nicht auftritt (1%), und das DrL-Phänomen der Tendenz nach überlegen ist (4%). Eine entsprechende Tendenz findet sich in B<sub>1</sub> und für die Dr-Phänomene in C<sub>1</sub> (vgl. Tab. 4).

Wichtiger als diese im Sinne der zentralen Fragestellung nach der Gesetzmäßigkeit des Geschehens verhältnismäßig peripheren Unterschiede scheint uns der hohe Grad von Übereinstimmung der Ergebnisse der beiden Reihen zu sein. Der auf die vier Hauptfassungen (RR, PR, PL, TS) entfallende Zeitanteil unterscheidet sich mit 87% in A<sub>01</sub> und 94% in A<sub>1</sub> nicht bedeutsam. Signifikante Unterschiede bestehen lediglich in bezug auf die Verteilung der Zeitanteile auf die Fassungen PR und PL. Die Bewegungsbahnen dieser Fassungen unterscheiden sich nur hinsichtlich des Drehsinns, sind im übrigen kongruent, d. h. bezüglich struktureller Faktoren gleichgestellt. Die Modifikation der Bevorzugungsverhältnisse durch die ursprünglich nicht kontrollierten Faktoren (wahrnehmungspsychologische Schulung der Vpn, Geräusche der Apparatur) kann demnach als geringfügig bezeichnet und abgesehen vom Gesichtspunkt des bevorzugten Drehsinns vernachlässigt werden.

Faßt man die Werte für die beiden Pendelfassungen (PR, PL) und für die beiden Dr-Bewegungen zusammen, so bestehen keinerlei signifikante Unterschiede mehr zwischen den Ergebnissen der beiden Versuchsreihen (s. Tab. 9).

Allerdings unterschieden sich die Reihen A<sub>01</sub> und A<sub>1</sub> außer durch die Bedingung der akustischen Nebenreize auch noch hinsichtlich des wahrnehmungspsychologischen Schulungsgrades der Vpn. Es ist daher nicht denkunmöglich (obgleich nicht wahrscheinlich), daß gerade die in irgendeiner Form kombinierte Wirkung dieser beiden Faktoren zu den, bis auf die Bevorzugung verschiedener Drehrichtungen bei den Pendel-Phänomenen, übereinstimmenden Ergebnissen führt. Ebenso wäre denkbar, daß bei A-Anordnung der Lichter keine wesentliche Modifikation des Wahrnehmungsgeschehens durch die Kontaktgeräusche hervorgerufen wird, während dies bei B- oder C-Anordnung doch der Fall ist (Wechselwirkung zwischen den untersuchten räumlichen Anordnungen und den synchronen Geräuschen der Apparatur). In diesem Fall könnten nur die Ergebnisse der Reihen A<sub>01</sub> und A<sub>02</sub> als für rein optisch determiniertes Wahrnehmungsgeschehen repräsentativ angesehen werden, während die Ergebnisse der Versuchsreihen A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C<sub>1</sub> und C<sub>2</sub> auf die

beschriebene Art der kombinierten optischen und akustischen Reizung zu beziehen wären. Die Notwendigkeit eines derartigen Vorbehalts erscheint uns bei Berücksichtigung des gesamten Ergebniszusammenhangs jedoch nicht gegeben.

## **§ 7. Die Bedeutung der Versuchswiederholung.**

### **1. Wiederholte Beobachtung bei gleicher Lichteranordnung.**

In den Reihen A<sub>01</sub> und A<sub>02</sub> beobachteten dieselben Vpn im Abstand von zwei bis drei Tagen bei derselben Anordnung der Lichter. Es ergaben sich keine Unterschiede zwischen Erst- und Zweitversuch hinsichtlich der Gewichtigkeit und der Anzahl der auftretenden Fassungen. Die durchschnittliche Wechselzahl lag jedoch im Zweitversuch etwas höher (15,9 gegenüber 13,4). Diese Differenz ist zwar nicht signifikant (Wilcoxon-Test), eine Durchsicht der Daten zeigt jedoch, daß Vpn, die im Erstversuch eine hohe Zahl von Wechseln erreichen, im Zweitversuch zu einer Erniedrigung der Umschlagzahl neigen. (Drei von vier Vpn, die im Erstversuch 27 und mehr Wechsel wahrnahmen und sich damit deutlich gegen die übrigen Vpn mit 13 Umschlägen als Höchstwert absetzten, erniedrigten ihre Wechselzahl bei der zweiten Durchführung.) Berücksichtigt man die Werte dieser Vpn nicht, so ist die Zunahme der Umschlagshäufigkeit im Zweitversuch (für die Vpn mit niedrigerer oder mittlerer Wechselzahl im Erstversuch) signifikant (auf dem 5%-Niveau, jedoch wird der kritische Wert für das 2%-Niveau fast erreicht).

Überprüft man die Unterschiede in der Veränderung der Umschlagshäufigkeit zwischen den vier Vpn mit hohen Umschlagzahlen und den 11 Vpn mit mittleren und niedrigen Umschlagshäufigkeiten im Erstversuch mit Hilfe des Mann-Whitney U Tests, so ergibt sich bei gerichteter Hypothese Signifikanz auf dem 5%-Niveau. Bei ungerichteter Hypothese wird der kritische U-Wert für das 5%-Niveau nicht ganz erreicht (U = 7, bei einem kritischen U von 6).

Vergleichen wir als nächstes die Reihen A<sub>1</sub> und A<sub>2</sub>. Die Vpn der Reihe A<sub>2</sub> hatten ein bis drei Monate vorher an Versuchen teilgenommen, bei denen keine quantitative Auswertung vorgenommen wurde (s. S. 15 f.). Hier muß allerdings offen bleiben, ob eventuelle Unterschiede auf den Faktor der Versuchswiederholung, auf die größere wahrnehmungspsychologische Erfahrung der A<sub>2</sub>-Vpn (s. S. 15) oder auf die gemeinsame Wirkung beider Momente zurückzuführen sind.

In Reihe A<sub>2</sub> trat das RR-Phänomen mit einem signifikant höheren Zeitanteil auf.

Aussagen der wahrnehmungspsychologisch sehr erfahrenen Vpn, die vor allem beim Zweitversuch erklärten, das RR-Phänomen sei die „gestaltlich klarste“ aller auftretenden Fassungen, sei am klarsten gegliedert, sei „prägnant, da die Bewegung auf parallelen Bahnen in der Hauptraumrichtung der Vertikalen“ verlaufe, legen nahe, die höhere Gewichtigkeit der RR-Fassung in dieser Reihe auf den Einfluß theoretisch-intellektuell abgeleiteter Ordnungsschemata auf das Wahrnehmungsgeschehen zurückzuführen.

Über derartige Einflüsse wird auch von LEHMANN und ERISMAN, beide 1939, berichtet, allerdings ohne daß diese Autoren dabei die entsprechenden Folgerungen für die Interpretation ihrer zum großen Teil mit theoretisch sehr stark vorbelasteten Vpn gewonnenen Versuchsergebnisse ziehen.

Faßt man jedoch die Zeitanteile der vier Hauptfassungen PR, PL, RR und TS

zusammen, ergeben sich mit 94% für Reihe A<sub>1</sub> und 91% für Reihe A<sub>2</sub> fast gleiche Werte. Der im Sinne der Fragestellung zentrale Befund der eindeutigen Bevorzugung dieser Fassungen und das Ausmaß dieser Bevorzugung wird also durch die Versuchswiederholung und den unterschiedlichen Grad wahrnehmungspsychologischer Schulung nicht beeinflusst.

Die Variabilität des Geschehens ist in Reihe A<sub>2</sub> deutlich höher als in A<sub>1</sub>. Hinsichtlich Umschlagszahl und der Zahl der auftretenden Fassungen bestehen sehr hoch signifikante Differenzen zwischen den beiden Reihen (s. S. 43 f.).

## 2. Wiederholte Beobachtung bei verschiedener Lichteranordnung.

Die Vpn der Reihe B<sub>1</sub> beobachteten im Erstversuch, die der Reihe B<sub>2</sub> hatten den Versuch ein bis drei Monate vorher unter den Bedingungen von A<sub>1</sub> ausgeführt. Während sich die Anzahl der wahrgenommenen Fassungen nicht unterscheidet, finden wir eine deutlich höhere durchschnittliche Umschlagszahl im Zweitversuch (32,3 gegenüber 9,6).

Die PR-Fassung tritt in Reihe B<sub>2</sub> mit einem höheren Zeitanteil auf als in B<sub>1</sub>. (Zur Erklärung s. S. 65.)

Der auf die vier „Hauptfassungen“ entfallende Zeitanteil ist jedoch wiederum in beiden Reihen gleich: 94% bei B<sub>1</sub>, 92% bei B<sub>2</sub>. Rechnet man TS, die Bewegungsform, die bei B-Anordnung (signifikant) schwächer vertreten ist als bei A-Anordnung der Lichter, nicht zu den „Hauptfassungen“, so ergibt sich für B<sub>1</sub> ein Anteil von 86% für die Fassungen RR, PR und PL, bei B<sub>2</sub> ein solcher von 84%.

Die Versuchswiederholung ändert also auch hier nicht die Bevorzugung der gestaltbesten Fassungen.

Die Vpn der Reihe C<sub>2</sub> hatten den Versuch bereits einmal mit Anordnung A oder B ausgeführt, während die der Reihe C<sub>1</sub> das erste Mal an den Versuchen teilnahmen.

Die Umschlagszahl ist in Reihe C<sub>2</sub> entsprechend den Verhältnissen in den übrigen Versuchsreihen höher als in C<sub>1</sub> (8,5 gegenüber 3,5), jedoch läßt sich der Unterschied (wahrscheinlich nur auf Grund der geringen Zahl von Vpn in beiden Reihen) statistisch nicht sichern. Unterschiede in der Gewichtigkeit der einzelnen Fassungen bzw. der Anzahl der wahrgenommenen Phänomene finden sich nicht.

## 3. Folgerungen.

### a) *Die Bevorzugung bestimmter Fassungen.*

Die Versuchswiederholung beeinflusst die Gewichtigkeit der auftretenden Phänomene nur unwesentlich. Die gleichen Hauptfassungen wie im Erstversuch sind im gleichen Ausmaß gegenüber den übrigen Bewegungsformen bevorzugt. (Allenfalls treten geringe Gewichtigkeitsverschiebungen innerhalb der Gruppe der „Hauptfassungen“ auf.) Die für den Erstversuch ermittelten Wahrnehmungstendenzen (s. S. 60 f.) bestimmen also auch im Wiederholungsfall das Geschehen.

### b) *Variabilität des Geschehens.*

Die Variabilität des Geschehens war beim Zweitversuch in allen Reihen zumindest der Tendenz nach stärker. Sie äußerte sich jedoch mit Ausnahme der Reihe A<sub>2</sub> (wahrnehmungspsychologisch sehr erfahrene Vpn) nicht durch eine größere Zahl

auf tretender Fassungen, sondern nur in einem häufigeren Wechsel der Phänomene.

Man könnte daran denken, diesen Befund, ähnlich wie die mit der Beobachtungszeit ansteigende Umschlagshäufigkeit bei Kippfiguren (vgl. KÖHLER 1940), als Sättigungseffekt zu interpretieren. Eine derartige Interpretation macht jedoch Schwierigkeiten. Sie kann nicht ohne weiteres erklären, wieso die Vpn der Reihen A<sub>01</sub> bzw. A<sub>02</sub> im Zweitversuch verschieden reagieren, je nachdem, ob sie im Erstversuch viele Wechsel verwirklicht hatten oder nicht. Ferner erscheint bei Anwendung des Sättigungskonzepts problematisch, daß die Zunahme der Umschlagshäufigkeit bei Wiederholung mit verschiedener Lichteranordnung und nach relativ langer Zeit deutlicher ist als bei Wiederholung mit der gleichen Anordnung nach kürzerer Zeit.

Entscheidend ist unserer Meinung nach, daß die Vpn der Versuchsreihen A<sub>01</sub> bzw. A<sub>02</sub> die Phänomene für sich objektiv ändernde Realbewegungen hielten (s. I, § 2), während die wahrnehmungspsychologisch etwas erfahreneren Vpn der Reihen B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C<sub>1</sub> und C<sub>2</sub> beim Erstversuch den subjektbedingten Charakter der Umschlagshänomene erkannten. Auf Grund dessen entwickelten sie im Zweitversuch eine Einstellung bzw. Erwartungshaltung, die das Auftreten von Umschlägen begünstigte.

Diese Interpretation würde auch verständlich machen, daß Autoren, die mit wenigen, wahrnehmungspsychologisch sehr erfahrenen Vpn arbeiteten (NEUHAUS 1930, LEHMANN 1939), eine so große Variabilität des Geschehens berichten.

## Kapitel 2: Theoretisch mögliche Bewegungsformen.

### **§ 1. Möglichkeit der Verwendung graphentheoretischer Begriffe für die Darstellung der Bewegungsvorgänge.**

Auf der Suche nach den das Bewegungsgeschehen determinierenden Wahrnehmungsgesetzlichkeiten und der Bestimmung des Ausmaßes dieser Gesetzmöglichkeit gingen wir bisher so vor, daß wir Gewichtigkeitsunterschiede innerhalb der empirisch auftretenden Fassungen feststellten und diese Unterschiede zu den figuralen Eigenschaften der betreffenden Bewegungsphänomene in Beziehung setzten. Man wird jedoch annehmen können, daß sich die Wahrnehmungsgesetzlichkeiten nicht nur in den Gewichtigkeitsunterschieden zwischen den auftretenden Fassungen äußern, sondern auch (vielleicht sogar vor allem) darin, welche der theoretisch möglichen Fassungen überhaupt durch die Wahrnehmung verwirklicht werden. Um einen derartigen Vergleich zwischen den auftretenden und den theoretisch möglichen, empirisch aber nicht verwirklichten Fassungen durchführen zu können, benötigen wir ein System, das uns gestattet, die wahrgenommenen ebenso wie die (nur) denkbaren Fassungen zu klassifizieren und auf formale Eigenschaften zu überprüfen.

Eine solche Möglichkeit bietet die graphentheoretische Betrachtungsweise, die im Rahmen psychologischer Forschung bisher vor allem bei sozialpsychologischen Fragestellungen angewendet worden ist (Literatur siehe MULDER 1959a, b, GLASER und GLANZER 1961, FISCHER 1962).

Wir setzen die Grundbegriffe der Graphentheorie — Punkt, gerichtete oder unsymmetrische, ungerichtete oder symmetrische Kante (Verbindung), Grad eines Punktes etc. — hier voraus und verweisen gegebenenfalls auf KÖNIG (1950, Kap. 1), bei dem die mathematischen Grundlagen ausgeführt werden, oder auf BAVELAS 1948, 1950, HARARY und NORMAN 1953 und FISCHER 1962, wo die wichtigsten Begriffe aus der Sicht der Anwendung behandelt werden.

In unserem Zusammenhang kann man die Lichter als Punkte (des Graphen) ansehen. Die zwischen den Positionen, in denen die Lichter erscheinen, auftretenden Bewegungsphänomene sind die Verbindungslinien oder Kanten.

Im ganzen sind sechs Punkte (Lichter) vorhanden; Verbindungen, die stroboskopischen Bewegungen entsprechen, können jedoch nur zwischen Elementen auftreten, die räumlich und zeitlich getrennt sind, also nur zwischen einem Licht der X- und einem der Y-Gruppe.

Verdeutlichen wir uns im folgenden, welchen anschaulichen Qualitäten empirisch verwirklichter und denkbarer Bewegungen die formalen Charakteristika der Graphendarstellung entsprechen sollen.

Ein Punkt in der Graphendarstellung symbolisiert ein Licht der dargebotenen Konstellation. Ist der Punkt im graphentheoretischen Sinne „isoliert“, d. h. mit keinem anderen Punkt durch eine Kante verbunden, bedeutet das, daß der entsprechende Lichtpunkt als am Ort erscheinend bzw. verschwindend gesehen wird und keinerlei Ortsveränderungen erfährt.

Sind zwei Punkte eines Graphen durch eine symmetrische Kante verbunden, so heißt das, daß sich ein Anschauungsobjekt zwischen den beiden durch die Punkte bezeichneten Positionen hin und her bewegt<sup>21)</sup>.

Entsprechend symbolisiert eine gerichtete Kante, daß sich ein Anschauungsobjekt vom Anfangspunkt dieser Kante zur Position des Kantenendpunktes hin bewegt.

Ist ein Punkt von 2. Grade, d. h. Endpunkt zweier Kanten, so bedeutet das, daß das entsprechende Licht mit zwei anderen Lichtern in bewegungskonstituierender Beziehung steht. Bei einem Punkt vom Grade 3 bestände bewegungskonstituierende Beziehung zu 3 Lichtern usw.

<sup>21)</sup> Wir lassen in unserem Modell zwischen zwei Punkten nur eine Verbindung zu, schließen also Strukturen vom Typ  $\underset{a}{\circ} \text{---} \underset{b}{\circ}$  aus.

Die folgenden Abbildungen verdeutlichen einige Fälle:

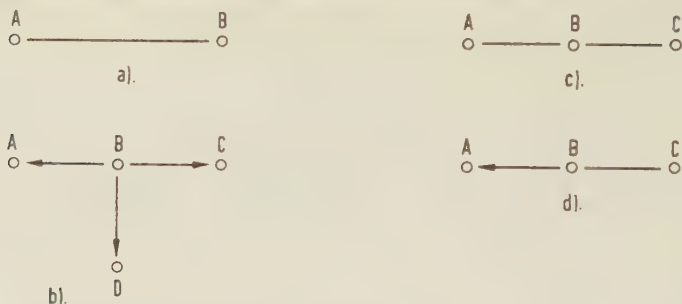


Abb. 5.

Abb. 5a symbolisiert ein Objekt, das sich zwischen den zwei durch die Punkte markierten Positionen hin und her bewegt.

In Abb. 5b hat Punkt B den Grad 3, d. h. das von ihm bezeichnete Objekt teilt sich in drei Teile, die sich, wie die gerichteten Kanten besagen, in die Positionen A, C und D bewegen.

In Abb. 5c hat der mittlere Punkt den Grad 2 und ist inzident zu zwei symmetrischen Kanten. Das besagt, daß sich ein anschauliches Objekt, wenn es sich in der Position befindet, die der mittlere Punkt angibt, in zwei Objekte aufspaltet, die sich zu den beiden äußeren Positionen bewegen, um dann zur mittleren Position zurückzukehren und sich dort zu vereinigen bzw. umgekehrt<sup>22)</sup>.

In Abb. 5d hat der mittlere Punkt ebenfalls den Grad 2, jedoch ist eine der beiden Kanten einseitig gerichtet, wobei B Anfangspunkt dieser Kante ist. Der Graph stellt ein Bewegungsphänomen dar, bei dem sich der mittlere Punkt in zwei Teile teilt, und die eine Hälfte sich zwischen B und C hin und her bewegt, während die andere eine Bewegung nach A ausführt.

## § 2. Graphentheoretische Struktur der empirischen Bewegungsfassungen.

Anhand der Abb. IIIa — m kann man sich die graphentheoretische Struktur der empirischen Fassungen verdeutlichen.

Die Bewegungsbahnen der Punkte des PR-Phänomens bilden drei Graphen, die jeweils aus zwei Punkten bestehen, die durch einen symmetrischen

<sup>22)</sup> Die graphentheoretische Darstellung sagt über die zeitliche Folge der Geschehnisse nichts aus. Es kann aus Abb. 5c also nicht entnommen werden, ob zunächst zwei Lichtpunkte gegeben sind, die sich zu einem zusammenschließen und dann wieder teilen, oder ob zuerst ein Lichtpunkt wahrgenommen wird, der sich teilt und dann wieder zusammenschließt. Für die Darstellung periodischer Phänomene, wie sie unter unseren Versuchsbedingungen auftraten, spielt dieser Gesichtspunkt jedoch keine Rolle.

Kanal verbunden sind. Es handelt sich also um „Ketten“ (nach der Terminologie von BAVELAS 1950).

Die drei Graphen sind strukturgleich. Ebenso sind die beiden Punkte jedes einzelnen Graphen topologisch nicht voneinander zu unterscheiden.

Wie die Abb. IIIa – m veranschaulichen, entsprechen dem PL-, dem RR-, dem DiagR-, dem DiagL- und dem Kreuzb-Phänomen Graphensysteme, die denen der PR-Fassung strukturgleich sind. Auch diese Phänomene werden durch jeweils drei Ketten dargestellt, deren jede aus zwei durch symmetrische Kanäle verbundenen Punkten besteht.

Dagegen haben die DrR- und DrL-Phänomene graphentheoretisch einen anderen Aufbau. Sie sind darstellbar durch einen Graphen mit sechs Punkten, die durch sechs einseitig gerichtete Kanäle miteinander verbunden sind (s. Abb. IIIh und IIIi), also durch einen „Zyklus“.

Die einzelnen Positionen in Zyklen sind nicht voneinander unterscheidbar, da jede Position Anfangs- und Endpunkt einer einseitig gerichteten Kante ist. Die beiden Graphen sind nicht strukturgleich, sondern durch den Richtungssinn unterschieden. Im Gegensatz zu den „Hin- und Her-Bewegungen“ ist bei den Dr-Phänomenen nur ein Graph zur Darstellung erforderlich, da die Lichtpunkte sich alle auf den gleichen Bahnen bewegen, wenn auch zu verschiedenen Zeitpunkten (s. Abb. 3).

Das TS-Phänomen ist demgegenüber durch zwei Ketten aus jeweils drei Punkten, die durch symmetrische Kanten verbunden sind, zu charakterisieren. Die beiden Graphen sind gleich, jedoch ist innerhalb jeder Kette der „innere Punkt“ von den „äußeren“ unterscheidbar. Der innere Punkt hat den Grad 2, die beiden äußeren haben den Grad 1 (s. Abb. IIIg).

Betrachten wir die selteneren Phänomene. Der „kleine Kreislauf“ besteht, wie Abb. IIIm zeigt, aus einem vier Punkte umfassenden Zyklus.

Die beiden anderen Lichter wurden nicht als klar ausgegliederte Gegebenheiten wahrgenommen, also auch nicht als „isolierte Punkte“ in das Phänomen einbezogen (s. S. 34).

Vert<sub>a</sub>: Ein Phänomen, bei dem nicht alle Punkte am Bewegungsgeschehen teilnahmen, zeigt Abb. IIIj. Wir finden zwei strukturgleiche Ketten aus jeweils zwei durch eine ungerichtete Kante verbundenen Positionen und zwei isolierte Punkte. Das horiz<sub>s</sub>-Phänomen ist durch das gleiche Graphensystem darstellbar (s. Abb. IIIe).

Entsprechend ergeben sich für das Phänomen mit bewegtem mittlerem Punkt, aber am Ort erscheinenden und verschwindenden Außenpunkten (Vert<sub>m</sub>), eine aus zwei durch einen symmetrischen Kanal verbundenen Positionen bestehende Kette und vier isolierte Einzelpunkte (s. Abb. IIIk).

Nach einer von RASHEWSKY 1955 und TRUCCO 1956a, b angegebenen Methode wurde auch der Informationsgehalt der verschiedenen Graphenstrukturen berechnet, jedoch differenzierte dieses Kriterium nicht zwischen häufig und weniger häufig verwirklichten oder zwischen empirischen und nicht verwirklichten Bewegungsformen.

### § 3. Folgerungen.

#### 1. Bevorzugte Graphenstrukturen.

Alle auftretenden Phänomene sind durch besonders einfache Spezialfälle von Kantenfolgen zu charakterisieren. Es kommen nur Ketten, die ausschließlich symmetrische Kanten enthalten (in Ausnahmefällen kombiniert mit isolierten Punkten), und Zyklen, also einsinnig gerichtete Kreise, vor. Die Graphensysteme bestehen meist aus strukturgleichen Graphen.

Ein ganz bestimmt geartetes System wird bevorzugt verwirklicht. Es besteht aus drei Ketten mit jeweils zwei Punkten, die durch eine symmetrische Kante verbunden sind. Dieses System ist dadurch ausgezeichnet, daß erstens keiner der sechs Punkte isoliert ist, sondern alle in eine der drei Ketten einbezogen sind, zweitens alle Punkte den Grad 1 haben, und drittens keine einseitig gerichteten, sondern nur symmetrische Kanten auftreten. Für das anschauliche Geschehen bedeuten diese graphentheoretischen Merkmale entsprechend unserer Darstellungsweise (vgl. S. 71 f.): Das Gesetz vom Aufgehen ohne Rest ist erfüllt, die Einheit der anschaulichen Lichtpunkte bleibt erhalten, die Punkte führen Hin- und Her-Bewegungen aus. — Die Bevorzugung derartiger Phänomene zeigte sich schon bei der Diskussion der Wichtigkeit der empirisch verwirklichten Phänomene (s. S. 60 f.). Die dort aufgewiesenen Gesetzmäßigkeiten spielen, wie sich jetzt zeigt, auch in Zusammenhang mit dem Problem, welche der theoretisch möglichen Geschehensformen überhaupt verwirklicht werden, eine wichtige Rolle.

Es ist in diesem Zusammenhang interessant, die Zahl der möglichen Bewegungsformen dieser graphentheoretischen Struktur festzustellen. Wir können davon ausgehen, daß ein Licht der einen Dreiergruppe einem und nur einem Licht der anderen Dreiergruppe bewegungskonstituierend zugeordnet werden soll. Entsprechend ergibt sich die Zahl der möglichen Fälle als Zahl der möglichen Permutationen innerhalb der Glieder einer Gruppe, also als  $3! = 6$ . Demnach sind alle möglichen Fälle verwirklicht worden (RR, PR, PL, DiagR, DiagL, Kreuzb), obschon drei von ihnen (DiagR, DiagL, Kreuzb) unter räumlichem Aspekt betrachtet ungünstig strukturiert sind (s. S. 57 f.). Die Bevorzugung dieser topologisch-kombinatorischen Struktur scheint also ein bedeutsamer Wahrnehmungsfaktor zu sein. — Bei A-Anordnung (Reihen  $A_{01}$ ,  $A_{02}$ ,  $A_1$ ,  $A_2$ ) entfiel auf derartig aufgebaute Bewegungsformen im Durchschnitt 71%, bei B-Anordnung (Reihen  $B_1$  und  $B_2$ ) 85 und bei C-Anordnung (Reihen  $C_1$  und  $C_2$ ) 95% der Beobachtungszeit. Der geringere Wert bei A-Anordnung ist darauf zurückzuführen, daß dort das TS-Phänomen räumlich stark bevorzugt ist (s. S. 55). — Zyklen, die sechs Positionen enthalten (wie bei den Dr-Bewegungen) oder vier (wie bei dem klKrsL-Phänomen), sind insgesamt 30 möglich (s. S. 103). Daß nur drei von ihnen (DrR, DrL, klKrsL) verwirklicht werden, spricht dafür, daß die zyklische Struktur mit ihren gerichteten Verbindungen weniger günstig ist als die der Kette aus nur zwei symmetrisch verbundenen Positionen. Dies erklärt sich wahrscheinlich durch die einfachere Struktur der vorkommenden Ketten. Zerlegt man die verschiedenen Graphensysteme in solche, die nur Ketten mit einer gerichteten Verbindung enthalten, so benötigt man zur adäquaten Darstellung der Zyklus-Phänomene sechs Systeme aus je drei derartigen Ketten (vgl. Abb. 3). Dagegen

lassen sich die durch Ketten aus zwei symmetrisch verbundenen Positionen darstellbaren Vorgänge, wie man sich leicht klarmachen kann, durch zwei Systeme aus je drei Ketten mit einer gerichteten Verbindung erfassen (vgl. auch S. 55).

Wir resümieren: Ungünstig für die wahrnehmungsmäßige Verwirklichung eines Phänomens ist eine kombinatorisch-topologische Struktur, die isolierte Punkte, Punkte mit einem höheren Grad als 1 oder gerichtete Kanten enthält. Diese Merkmale treten nie kombiniert auf. — In einem zusammenhängenden Graphen kommt höchstens ein Punkt vom Grad 2 vor. Punkte vom Grad 3 oder einem noch höheren Grad treten nicht auf.

## 2. Stetigkeit des Bewegungsgeschehens.

Das graphentheoretische Modell hat einen sehr hohen Abstraktionsgrad und impliziert keine räumlichen Aspekte (KÖNIG 1950, S. 1 f.). Da wir in unserem Fall jedoch im Raum ablaufende Vorgänge in diesem System darstellen, ist zu fragen, ob nicht Koppelungen zwischen kombinatorisch-topologischen und räumlichen Merkmalen auftreten. Derartige Koppelungen — das hervorzuheben erscheint uns wichtig — würden dann unter unseren Bedingungen für jede Übersetzung graphentheoretischer Strukturen in räumliches Geschehen gelten, wären von den speziellen räumlichen Beziehungen zwischen den Gegebenheiten einer bestimmten Vorlageanordnung unabhängig. — Beziehungen zwischen Graphenstruktur und räumlichen Charakteristika bestehen in der Tat. Zusammenhängende Graphen, in denen gerichtete Verbindungen so enthalten sind, daß nicht jeder Punkt Ausgangs- und Endpunkt (mindestens) einer Kante ist, entsprechen räumlich unstetigen Bewegungen. Ein anschaulich identisches Objekt unterbricht bei ihnen seine Bewegung an einer Stelle des Raumes und setzt sie an einer anderen Stelle fort. Abb. 6 veranschaulicht zwei Fälle.

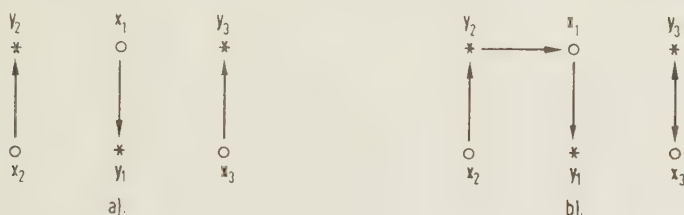


Abb. 6.

Abb. 6 a) zeigt ein konstruiertes Bewegungsphänomen, bei dem sich die äußeren Punkte von  $x_2$  bzw.  $x_3$  herauf nach  $y_2$  bzw.  $y_3$  bewegen, plötzlich wieder in den X-Positionen erscheinen (ohne daß sie durch eine Bewegung dorthin gelangt wären) und wieder senkrecht heraufwandern usw. Für den mittleren Punkt gilt das Entsprechende bei umgekehrter Bewegungsrichtung. — Bei dem Geschehen, das Abb. 6 b) zeigt, führen, von der Hin- und Her-Bewegung eines Punktes zwischen  $x_3$  und  $y_3$

abgesehen, zwei Punkte einen Umlauf auf der Peripherie der Figur  $x_1y_1x_2y_2$  aus, verschwinden aber immer in Position  $y_1$  und tauchen in  $x_2$  wieder auf.

Derartige Phänomene traten nicht auf. Der wahrnehmungsmäßigen Verwirklichung von Geschehensformen, die gewissen graphentheoretischen Strukturen entsprechen, steht also ein Gesetz der räumlichen Stetigkeit der Bewegungen entgegen.

### 3. Zeitliche Symmetrie des Geschehens.

Alle Graphensysteme, die empirische Phänomene symbolisieren, weisen eine Regelmäßigkeit auf, die sich in der zeitlichen Struktur der anschaulichen Vorgänge zeigt. Die Gruppen von Punkten, die Lichtern verschiedener Darbietungen entsprechen, sind gleich (isomorph), d. h. es ist möglich, jedem Punkt der einen Gruppe einen graphentheoretisch homologen der anderen zuzuordnen.

Das ist unmittelbar evident in den Fällen, in denen alle Punkte eines Graphensystems homolog sind (PR, PL, RR, DiagR, DiagL, Kreuzb, DrR, DrL, klKrsl), gilt jedoch auch sonst. Im Fall des TS-Phänomens enthält die Gruppe von Punkten, die den X-Lichtern entspricht, einen Punkt vom Grad 2 ( $x_1$ ), der symmetrisch mit zwei Nachbarn vom Grad 1 verbunden ist ( $y_2$  und  $y_3$ ); ferner noch zwei Punkte vom Grad 1 ( $x_2$  und  $x_3$ ), die symmetrische Verbindungen zu einem Punkt vom Grad 2 haben ( $y_1$ ). Demnach sind  $x_1$  und  $y_1$  homolog; ebenso sind  $x_2$  und  $x_3$  graphentheoretisch nicht von  $y_2$  und  $y_3$  zu unterscheiden. — In  $vert_m$  sind  $x_1$  und  $y_1$  als Endpunkte einer Kette, die aus zwei symmetrisch verbundenen Positionen besteht, homolog. Ferner enthält dieses System noch vier einander homologe isolierte Punkte, von denen zwei ( $x_2, x_3$ ) Lichtern der X-Gruppe und zwei ( $y_2, y_3$ ) Lichtern der Y-Gruppe entsprechen. — Für  $vert_a$  und  $horiz_s$  gilt das Entsprechende.

Da keine Ausnahme von diesem Prinzip vorkommt, können wir von einem Gesetz der zeitlichen Symmetrie (des kombinatorischen Aufbaus) des Geschehens sprechen. (Vgl. auch METZGER 1934, S. 23 und 1962, S. 609 f.)

### 4. Prägnanz der Genidentitätsbeziehungen.

Punkte mit einem höheren Grad als 2 kamen bei der Darstellung der empirischen Phänomene nicht vor<sup>23</sup>). Auch der Grad 2 tritt nur in einer ganz bestimmten Konstellation auf (s. S. 75).

Bietet man dagegen in der ersten stroboskopischen Exposition eine Figur dar, in der zweiten drei (oder mehr), so kann man Teilungsphänomene, deren Graphendarstellung Punkte vom Grad 3 (oder noch höheren

<sup>23</sup>) In diesem Zusammenhang ist wieder auf eine Koppelung zwischen graphentheoretischen und räumlichen Merkmalen hinzuweisen, die durch die Anwendung des Graphenmodells auf räumliches Geschehen zustande kommt. Bei der Dreiteilung einer anschaulichen Gegebenheit (symbolisiert durch einen Punkt vom Grad 3) können höchstens zwei der Bewegungsbahnen der Teile in der ausgezeichneten Beziehung der „Gegenläufigkeit“ stehen, d. h. einen Winkel von  $180^\circ$  bilden.

Grades) erfordern würde, durchaus beobachten (vgl. v. SCHILLER 1933 u. a.).

Zum besseren Verständnis dieses Sachverhaltes kann man auf die Unterscheidung zwischen „restloser Genidentität“ und „Genidentität überhaupt“ im Sinne von LEWIN 1922 zurückgreifen.

Da Genidentität existentielles Auseinanderhervorgehen bedeutet, ist z. B. ein Teil eines physikalischen Gegenstandes „genidentisch“ mit dem ganzen Gegenstand, jedoch ist diese Beziehung nur partieller und unbestimmter Art, weil andere Teile dieses Gegenstandes in der gleichen (unbestimmten) Weise mit dem ganzen Gegenstand genidentisch sind. L. spricht in diesen Fällen von „Genidentität überhaupt“ (symbolisiert durch  $P \equiv$ ). Davon zu unterscheiden ist die wesentlich bestimmtere „eindeutige Beziehung“ der „restlosen Genidentität“ (symbolisiert durch  $P \equiv$ ), die nach L. in der Physik die wichtigere Rolle spielt. Restlose Genidentität ist wie folgt definiert: „Ein physikalisches Gebilde  $a_1$  ist restlos genidentisch  $a_2$ , wenn 1. im Zeitpunkt 1 kein zu  $a_1$  teilfremdes physikalisches Gebilde (Teil eines Gebildes) existiert, das mit  $a_2$  in Genidentitätsbeziehung steht, und wenn 2. im Zeitpunkt 2 kein zu  $a_2$  teilfremdes physikalisches Gebilde (Teil eines Gebildes) existiert, das mit  $a_1$  in Genidentitätsbeziehung steht“ (a. a. O., S. 27).

Wir wollen diese Definition, nach der restlose Genidentität ein besonders einfacher und für die Physik besonders maßgebender (LEWIN, a. a. O.) Spezialfall der Genidentität überhaupt ist, für die Kennzeichnung der anschaulichen Verhältnisse übernehmen.

Wir verwenden, der Einheitlichkeit der Terminologie wegen, die von LEWIN eingeführten Bezeichnungen, obschon es uns sprachlich treffender erschiene, ‚Genidentität (überhaupt)‘ in ‚partielle‘ und ‚totale‘ Genidentität zu differenzieren.

Es ist zu vermuten, daß auch im Anschaulichen dem „Prägnanzfall“ restloser Genidentität besondere Bedeutung zukommen wird<sup>24</sup>).

Ferner sehen wir folgende von LEWIN abgeleitete Sätze über die physikalische Genidentität in unserem Zusammenhang auch für die anschauliche Kategorie als gültig an:

1. Die restlose Genidentität ebenso wie die Genidentität überhaupt ist eine symmetrische Relation, d. h. wenn  $a \equiv b$ , dann auch  $b \equiv a$ , und wenn  $a \equiv b$ , dann auch  $b \equiv a$  (a. a. O., S. 29 f.).

2. Werden mehrere physikalische Gebilde  $a_1, b_1, c_1, \dots$  real miteinander vereinigt, so ist das aus dieser Vereinigung hervorgehende Gebilde  $v_2$  restlos genidentisch der Gesamtheit der unverbundenen Gebilde ( $a_1, b_1, c_1, \dots$ )  $P \equiv v_2$  (a. a. O., S. 43).

<sup>24</sup>) Die Orientierung an den Charakteristika der physikalischen Genidentität dürfte für unseren Fall adäquat sein, da die beobachteten Vorgänge den Vpn als „physikalische Vorgänge“ erschienen. Bei der Beurteilung von Gebilden, die als biologische erscheinen, wäre wahrscheinlich eher eine Analogie zwischen den Merkmalen des Erlebens und den Charakteristika der biologischen Genidentitätsreihen zu erwarten, die von L. (a. a. O.) ebenfalls analysiert wurden.

Dagegen muß die Gültigkeit eines anderen Satzes über die physikalische Genidentität für die Anschauung ausdrücklich ausgeschlossen werden, nämlich: „Die Reihen physikalisch restlos genidentischer Schnitte gehen beiderseits ins Unendliche“ (a. a. O., S. 37). Unter unseren Bedingungen kamen Erscheinen und Verschwinden von Lichtpunkten, also Beginn und Ende einer Existentialreihe, ja durchaus vor<sup>25)</sup>.

Bleibt bei einem Geschehen die Einheit der Lichtpunkte erhalten, d. h. sind zur Darstellung nur Punkte vom Grad 1 erforderlich, so werden nur Beziehungen restloser Genidentität zwischen Einzelgliedern verwirklicht. Die Genidentitätsbeziehungen des RR-Phänomens wären zu charakterisieren als<sup>26)</sup>:

$$x_1 \text{ p} \equiv y_1, \quad x_2 \text{ p} \equiv y_2, \quad x_3 \text{ p} \equiv y_3.$$

Bei einigen Fassungen (PR, PL, DrR, DrL und den räumlichen Varianten des RR-Phänomens) sind die drei anschaulichen Lichtpunkte meist nicht als selbständige Einzelpunkte, sondern im Figuralverband eines Dreiecks gegeben (s. S. ...). Man könnte dem Rechnung tragen, indem man davon spricht, daß in diesen Fällen eine (restlose) Genidentität zwischen dem durch die X- und dem durch die Y-Lichter konstituierten Dreieck besteht:  $\triangle X \text{ p} \equiv \triangle Y$ . Diese Aussage wäre dann durch Angabe der Genidentitätsbeziehungen der Einzelpunkte zu spezifizieren. Das Entsprechende würde für Fälle gelten, in denen zwei Lichtpunkte durch eine Brückenlinie verbunden wahrgenommen werden, während der dritte als selbständiger Einzelpunkt erscheint. — Wir berücksichtigen jedoch bei unserer Betrachtung hier und im folgenden, entsprechend den Kategorien der quantitativen Auswertung, nur den besonders wichtigen Aspekt der Beziehungen zwischen den Einzelpunkten (s. S. 42 und Kap. 2, § 8).

Die Konstellationen für die übrigen durch Ketten aus zwei Punkten darstellbaren Phänomene ergeben sich entsprechend der Darstellung des RR-Phänomens. Auch für die Dr-Phänomene ergibt sich die gleiche Konstellation von drei Beziehungen restloser Genidentität, die bei einem Bewegungsschritt verwirklicht werden. Allerdings handelt es sich in verschiedenen Geschehensphasen um Beziehungen zwischen verschiedenen Lichtern. Das Entsprechende gilt für klKrsI.<sup>27)</sup>

Bei den empirischen Phänomenen, bei denen Punkte am Ort verschwinden bzw. erscheinen, enden und beginnen entsprechend Existentialreihen, was man formal durch  $x_0$  bzw.  $x_b$  kennzeichnen könnte.

Phänomen  $\text{vert}_a$  würde sich entsprechend darstellen als

$$x_2 \text{ p} \equiv y_2, \quad x_3 \text{ p} \equiv y_3, \quad x_{1e}, y_{1b}.$$

<sup>25)</sup> Es wäre eine lohnende Aufgabe, die Merkmale physikalischer und anschaulicher Genidentität (in geeigneten Situationen, s. Fußnote 24) im einzelnen miteinander zu vergleichen, jedoch würde uns das hier zu weit führen. Wir ziehen daher nur die (wohl unmittelbar einsichtigen) Parallelen, die für die Aspekte der folgenden Diskussion von besonderer Bedeutung sind.

<sup>26)</sup>  $x_1 \text{ p} \equiv y_1$  soll bedeuten, daß der in Position  $x_1$  erscheinende Lichtpunkt restlos genidentisch mit dem in Position  $y_1$  erscheinenden ist usw.

<sup>27)</sup> Man kann darin einen weiteren Beleg für die größere Kompliziertheit der Umlaufphänomene gegenüber den „Hin- und Her-Bewegungen“ sehen (vgl. S. 55).

Die Genidentitätsverhältnisse bei  $\text{horiz}_s$  ergeben sich analog;  $\text{vert}_m$  wäre zu charakterisieren als

$$x_1 p \equiv y_2, x_3 p \equiv y_1, x_{2e}, y_{3b}.$$

Auffällig ist, daß bei diesen Phänomenen zwischen den beiden Gruppen von Lichtpunkten keine restlose Genidentität, sondern nur die unbestimmtere Beziehung der „Genidentität überhaupt“ besteht:  $X p = Y$ . (In der verbalen Darstellungsweise, s. S. 38, haben wir in diesen Fällen davon gesprochen, daß das Gesetz vom ‚Aufgehen ohne Rest‘ nicht erfüllt ist.) Trotzdem ist das Schicksal der einzelnen Träger des Geschehens relativ klar zu überschauen. Dies ist nicht mehr unbedingt der Fall, wenn wir zu Geschehensformen übergehen, bei denen Teilungen und Zusammenschlüsse von Lichtpunkten erfolgen, also die allgemeinere und unbestimmte Beziehung von „Genidentität überhaupt“ zwischen den „starken Gestalten“ (KÖHLER 1920) der ausgegliederten Lichtpunkte als Hauptträgern des Geschehens auftritt.

Beim TS-Phänomen, bei dem in jeder der beiden zur Darstellung erforderlichen Ketten aus drei Punkten ein Punkt den Grad 2 hat, ergeben sich folgende Genidentitätsbeziehungen:

$$x_1 p = y_2, x_1 p = y_3, x_2 p = y_1, x_3 p = y_1, x_1 p \equiv (y_2, y_3), (x_2, x_3) p \equiv y_1.$$

Man sieht: Der Organismus muß bei diesem Phänomen im Verlauf eines Bewegungsschrittes ein System von vier verschiedenen Beziehungen von ‚Genidentität überhaupt‘ und zwei Beziehungen restloser Genidentität verwirklichen. Dabei sind die Beziehungen restloser Genidentität relativ kompliziert, indem mehrere Gebilde mit einem in Beziehung stehen.

Genidentitätssysteme dieser Komplexität und Kompliziertheit scheinen unter unseren Bedingungen die Grenze der Kapazität der Anschauung anzugeben. Sie werden zudem nur verwirklicht, wenn andere Faktoren sie begünstigen (s. S. 58 f.).

Geht man zu (empirisch nicht verwirklichten) Systemen über, bei denen in einem zusammenhängenden Linienzug zwei Punkte vom Grade 2 vorkommen, muß restlose Genidentität zwischen zwei Gruppen aus jeweils zwei Gegebenheiten verwirklicht werden. Ein relativ einfaches Beispiel wäre der Fall, den Abb. 7 zeigt.

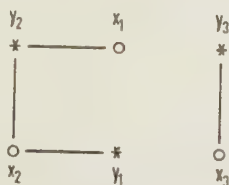


Abb. 7.

Es ergibt sich folgendes System von Genidentitätsbeziehungen:

$$x_1 p = y_2, x_2 p = y_2, x_2 p = y_1, (x_1, x_2) p \equiv (y_1, y_2), x_3 p \equiv y_3.$$

In dem räumlich gut gestalteten Beispiel (vgl. auch S. 94), das Abb. 8 zeigt, haben alle Punkte des zur Darstellung verwendeten Graphen den Grad 2. Die Genidentitätsverhältnisse sind hier bereits sehr unübersichtlich:

$$\begin{aligned} x_1^p &= y_2, x_1^p = y_3, x_2^p = y_1, x_2^p = y_2, x_3^p = y_1, x_3^p = y_3, \\ (x_1, x_2, x_3)^p &\equiv (y_1, y_2, y_3). \end{aligned}$$



Abb. 8.

Restlose Genidentität kann nur noch zwischen den Gesamtkonstellationen der ersten und zweiten Darbietung hergestellt werden, nicht mehr zwischen bestimmten Gliedern oder auch nur bestimmten Untergruppen der Gesamtheit von Gegebenheiten. (Dies gilt auch für alle Graphensysteme, in denen ein Punkt den Grad 3 hat, sofern keine isolierten Punkte vorkommen.)

Den genidentisch komplexesten Fall stellt die Struktur dar, bei der alle Punkte den Grad 3 haben (s. Abb. 9). Hier würde jeder Lichtpunkt zu jedem in Genidentitätsbeziehungen stehen:

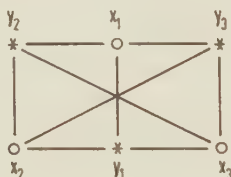


Abb. 9.

$$\begin{aligned} x_1^p &= y_1, x_1^p = y_2, x_1^p = y_3, x_2^p = y_1, x_2^p = y_2, x_2^p = y_3, x_3^p = y_1, \\ x_3^p &= y_2, x_3^p = y_3, (x_1, x_2, x_3)^p \equiv (y_1, y_2, y_3). \end{aligned}$$

Die angeführten Fälle demonstrieren den folgenden Zusammenhang: Je mehr Punkte mit einem höheren Grad als 1 bei der Graphendarstellung einer Bewegungsform erforderlich sind, desto mehr Beziehungen von ‚Genidentität überhaupt‘ bestehen zwischen den Lichtpunkten. Je mehr Beziehungen von ‚Genidentität überhaupt‘ gegeben sind, desto weniger besteht die Möglichkeit, Beziehungen ‚restloser Genidentität‘ zwischen klar bestimmten Einzelgliedern herzustellen, desto komplizierter und unbestimmter wird damit das Schicksal der Träger des Geschehens.

Betrachten wir im Vergleich zu diesen Verhältnissen das System der Genidentitätsbeziehungen, wenn die eine der beiden Darbietungen drei Figuren umfaßt, während die andere nur aus einer besteht (s. S. 76 f.). Wir bezeichnen die Figur der ersten Darbietung mit  $x$ , die Figuren der zweiten Darbietung mit  $y_1$ ,  $y_2$  und  $y_3$ . Wenn sich  $x$  in die drei  $y$ -Gebilde aufspaltet, gilt:

$$x^p = y_1, x^p = y_2, x^p = y_3, x^p \equiv (y_1, y_2, y_3).$$

„Restlose Genidentität“ zwischen einer einzelnen Gegebenheit und einer Gruppe von Gegebenheiten wurde auch unter unseren Bedingungen verwirklicht (TS-Bewegung, s. S. 79). Eine derartige Konstellation ermöglicht noch einen klaren Überblick über das Schicksal der anschaulichen Gebilde. Anscheinend nicht mehr realisiert werden demgegenüber Phänomene, bei denen „restlose Genidentität“ nur noch zwischen *zwei Gruppen* von Gegebenheiten hergestellt und das Schicksal der zu Beginn des Geschehens ausgegliederten Anschauungsobjekte kaum noch verfolgt werden kann. Es besteht also eine Prägnanztendenz, die im graphentheoretischen Modell sichtbar wird und der zufolge zwischen allen Einzelgliedern der sukzessiven Darbietungen bevorzugt ein möglichst einfaches und klar bestimmtes System *restloser* Genidentitätsbeziehungen verwirklicht wird.

#### **§ 4. Grenzen der graphentheoretischen Betrachtungsweise.**

Trotz des Nutzens, den die graphentheoretische Betrachtungsweise erbringen konnte, können mit ihrer Hilfe nicht alle uns hier interessierenden Fragen beantwortet werden<sup>28)</sup>, da die konkreten räumlichen Beziehungen einer Vorlageanordnung in diesem Modell nicht zum Ausdruck kommen. Solche räumlichen Beziehungen spielen jedoch in der Wahrnehmungspsychologie eine entscheidende Rolle. Wir müssen daher für die Diskussion der Eigenschaften der theoretisch möglichen gegenüber den empirischen Fassungen ein System entwickeln, in dem auch diese Beziehungen erfaßt werden.

#### **§ 5. Ein kombinatorisches System zur formalen Darstellung empirischer und theoretisch möglicher Bewegungsformen.**

##### **1. Allgemeiner Ansatz.**

Wir benötigen ein Klassifikationssystem, in dem alle Lichter voneinander unterscheidbar sind und das gleichzeitig alle möglichen Zuordnungen erfaßt.

<sup>28)</sup> Dies wird z.B. schon dadurch belegt, daß Bewegungsfassungen, zwischen denen so bedeutsame Gewichtigkeitsunterschiede bestehen wie zwischen RR, PR, PL auf der einen und DiagR, DiagL und Kreuzb auf der anderen Seite, durch strukturelle Graphen beschrieben werden.

Ein entsprechender kombinatorischer Ansatz ist jedoch nicht so leicht zu finden, wie es zunächst scheint. Man könnte, da danach gefragt ist, auf wieviele Arten drei Gegebenheiten (Lichtpunkte) drei anderen zugeordnet werden können, an eine Aufgabe des Typs: 'In wieviel verschiedenen Anordnungen können sich drei Personen auf drei Stühle setzen' denken. Die Antwort wäre die Anzahl der Permutationen, also in unserem Fall  $3! = 6$ . Da aber schon empirisch mehr als sechs Fassungen aufgetreten sind, ist offenkundig das Modell dem Sachverhalt nicht angemessen. Das liegt daran, daß in diesem Modell vorausgesetzt wird, daß jede Gegebenheit der einen Gruppe einer und nur einer der anderen Gruppe zugeordnet wird. Diese Voraussetzung ist aber in unserem Fall nicht berechtigt, wie z. B. das Auftreten der TS-Fassung oder das von Bewegungsformen, bei denen nicht alle Punkte am Bewegungsvorgang teilnehmen, zeigt.

Man kommt zu einem brauchbaren Modell, wenn man von den möglichen Zuordnungspaaren zwischen einem Element der X-Gruppe und einem Element der Y-Gruppe ausgeht. Es gibt insgesamt 9 solcher (bewegungskonstituierender) Zuordnungspaare, da jeder der drei Punkte der X-Gruppe mit jedem der drei Punkte der Y-Gruppe kombiniert werden kann. Das folgende Schema veranschaulicht diesen Sachverhalt.

|       | $x_1$                                                  | $x_2$                                                  | $x_3$                                                  |
|-------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| $y_1$ | $\begin{pmatrix} x_1 - y_1 \\ y_1 - x_1 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} x_2 - y_1 \\ y_1 - x_2 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} x_3 - y_1 \\ y_1 - x_3 \end{pmatrix}$ |
| $y_2$ | $\begin{pmatrix} x_1 - y_2 \\ y_2 - x_1 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} x_2 - y_2 \\ y_2 - x_2 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} x_3 - y_2 \\ y_2 - x_3 \end{pmatrix}$ |
| $y_3$ | $\begin{pmatrix} x_1 - y_3 \\ y_3 - x_1 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} x_2 - y_3 \\ y_3 - x_2 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} x_3 - y_3 \\ y_3 - x_3 \end{pmatrix}$ |

Mögliche Zuordnungspaare aus je einem Licht der X- und einem der Y-Gruppe.

Das Schema enthält die neun möglichen Zusammenstellungen von jeweils einem Licht der X- und einem der Y-Gruppe. Für die weitere Betrachtung muß man sich bewußt sein, daß diese Zusammenstellungen nicht nur als Kombinationen, sondern auch als Dispositionen aufgefaßt werden können, d. h. daß man die Stellung der Glieder innerhalb eines Paares berücksichtigen kann. Unter unseren Bedingungen kann ja beim Verschwinden der X-Lichter und der Darbietung der Y-Lichter nur eine Bewegung von einer X- zu einer Y-Position erfolgen. Beim Verschwinden der Y-Lichter und dem Aufleuchten der X-Lämpchen können nur Bewegungen von Y- nach X-Positionen auftreten. Die Feststellung, daß neun paarweise Zuordnungen

möglich sind, besagt also, daß von jeder der beiden möglichen Ausgangsbedingungen aus (Wechsel von Darbietung der X-Lichter zu der der Y-Lichter und umgekehrt) diese Anzahl bewegungskonstituierender Zuordnungsmöglichkeiten besteht.

## 2. Darstellung von Bewegungsformen durch Konstellationen von Zuordnungspaaren.

Folgende Regeln gelten für die Beschreibung der Bewegungsphänomene durch Zuordnungsangaben: Das erste Glied eines Zuordnungspaares gibt an, von wo die Bewegung eines anschaulichen Objektes ihren Ausgang nimmt, das zweite Glied, wohin sie führt.

Die Bewegung eines Punktes, der zwischen zwei Positionen, etwa  $x_1$  und  $y_1$  hin und her pendelt, ließe sich in diesem System mit Hilfe einer Periode der Zuordnungspaare  $x_1 - y_1$ ,  $y_1 - x_1$  usw. darstellen. Eine Umlaufbewegung, bei der ein anschaulich identischer Lichtpunkt nacheinander alle Positionen, in denen Lichter dargeboten werden, durchläuft, wäre durch eine Periode von sechs Zuordnungspaaren zu charakterisieren, etwa als  $x_1 - y_3$ ,  $y_3 - x_3$ ,  $x_3 - y_1$ ,  $y_1 - x_2$ ,  $x_2 - y_2$ ,  $y_2 - x_1$  usw. Teilt ein Punkt sich in zwei anschauliche Objekte, die sich in zwei verschiedene Positionen bewegen, kann dies zum Ausdruck gebracht werden, indem zwei Zuordnungspaare, die im vorderen Glied übereinstimmen, angegeben werden. Etwa:  $x_1 - y_1$ ,  $x_1 - y_2$ , wenn sich ein Objekt in Position  $x_1$  in zwei Teile aufspaltet, von denen sich der eine nach Position  $y_1$ , der andere nach Position  $y_2$  bewegt. Vereinigen sich zwei Lichtpunkte zu einem, läßt sich das durch zwei Zuordnungspaare, die in ihrem zweiten Glied übereinstimmen, darstellen. Etwa:  $y_1 - x_1$ ,  $y_2 - x_1$ , wenn sich ein Lichtpunkt von Position  $y_1$  aus, ein anderer von Position  $y_2$  aus nach  $x_1$  bewegt.

Bewegen sich mehrere Punkte, so ist dies durch eine Konstellation von Zuordnungspaaren beschreibbar, etwa  $x_1 - y_1$ ,  $x_3 - y_3$ , wenn sich ein Punkt aus Position  $x_1$  nach  $y_1$  und einer aus Position  $x_3$  nach  $y_3$  bewegt.

Schließlich ist noch notwendig zu unterscheiden, ob durch bestimmte Zuordnungspaare symbolisierte Bewegungsvorgänge simultan oder sukzessiv ablaufen. Wir werden Simultaneität durch nebeneinander stehende, Sukzessivität durch untereinander stehende Zuordnungspaare angeben. Die Formel

$$\begin{array}{cc} x_1 - y_1, & x_2 - y_2 \\ y_1 - x_1, & y_2 - x_2 \end{array}$$

besagt also, daß sich zwei Lichtpunkte gleichzeitig von  $x_1$  nach  $y_1$  und von  $x_2$  nach  $y_2$  und dann, ebenfalls gleichzeitig, wieder zurück von  $y_1$  nach  $x_1$  und von  $y_2$  nach  $x_2$  bewegen.

Aus dieser Darstellungsweise ergibt sich in unserem Zusammenhang, daß untereinander stehende Zuordnungspaare (also die Spalten der Matrices der Zuordnungsangaben) sich auf anschaulich identische Objekte beziehen.

### 3. Formale Charakterisierung der empirischen Phänomene.

#### a) *Zweiphasige Phänomene.*

In dieser Darstellungsweise ist z. B. das RR-Phänomen (s. S. 19 ff. und Abb. IIIa) als

$$\begin{array}{l} x_1 - y_1, \quad x_2 - y_2, \quad x_3 - y_3 \\ y_1 - x_1, \quad y_2 - x_2, \quad y_3 - x_3 \quad \text{usw.} \end{array}$$

zu charakterisieren.

Entsprechend läßt sich das PR-Geschehen (s. S. 22 ff. und Abb. IIIb) formal beschreiben als

$$\begin{array}{l} x_1 - y_3, \quad x_2 - y_2, \quad x_3 - y_1 \\ y_3 - x_1, \quad y_2 - x_2, \quad y_1 - x_3 \quad \text{usw.} \end{array}$$

PL-Bewegungsformen (s. S. 26 ff. und Abb. IIIc) ergeben sich als

$$\begin{array}{l} x_1 - y_2, \quad x_2 - y_1, \quad x_3 - y_3 \\ y_2 - x_1, \quad y_1 - x_2, \quad y_3 - x_3 \quad \text{usw.} \end{array}$$

Die DiagR-Bewegung (s. S. 27 f. und Abb. IIId) läßt sich darstellen durch

$$\begin{array}{l} x_1 - y_2, \quad x_2 - y_3, \quad x_3 - y_1 \\ y_2 - x_1, \quad y_3 - x_2, \quad y_1 - x_3 \quad \text{usw.} \end{array}$$

DiagL (s. S. 27 und Abb. IIIe) ist entsprechend

$$\begin{array}{l} x_1 - y_3, \quad x_2 - y_1, \quad x_3 - y_2 \\ y_3 - x_1, \quad y_1 - x_2, \quad y_2 - x_3 \quad \text{usw.} \end{array}$$

Weiterhin läßt sich in dieser Weise die von einer Vp beobachtete Kreuzb (s. S. 27 und Abb. IIIf) charakterisieren als

$$\begin{array}{l} x_1 - y_1, \quad x_2 - y_3, \quad x_3 - y_2 \\ y_1 - x_1, \quad y_3 - x_2, \quad y_2 - x_3 \quad \text{usw.} \end{array}$$

Zur formalen Beschreibung der bisher betrachteten Phänomene benötigen wir also die Angabe von zwei Konstellationen, die jeweils drei Zuordnungspaare umfassen.

Das TS-Phänomen, bei dem Teilungsvorgänge auftreten (s. S. 28 f. und Abb. IIIg), erscheint in der formalen Darstellungsweise als

$$\begin{array}{l} x_1 - y_2, \quad x_1 - y_3, \quad x_2 - y_1, \quad x_3 - y_1 \\ y_2 - x_1, \quad y_3 - x_1, \quad y_1 - x_2, \quad y_1 - x_3 \quad \text{usw.} \end{array}$$

Man benötigt zur Darstellung dieser Bewegungsform also zwei Konstellationen, die aus jeweils vier Zuordnungspaaren bestehen.

Betrachten wir die Phänomene, bei denen nicht alle Lichtpunkte am Bewegungsgeschehen teilnehmen. Bei horiz<sub>s</sub> (s. S. 34 und Abb. IIIf) und vert<sub>a</sub>

(s. S. 33 und Abb. IIIj) bewegen sich nur zwei Lichtpunkte; einer verschwindet am Ort, und korrespondierend dazu erscheint ein neuer Lichtpunkt in der nächsten Darbietung (an einem anderen Ort). Ein Lichtpunkt, der als am Ort erscheinender oder verschwindender wahrgenommen wird, steht zu keinem anderen in bewegungskonstituierender Beziehung. Wir berücksichtigen ihn daher bei der Angabe der bewegungskonstituierenden Zuordnungen nicht und charakterisieren Phänomene, bei denen nur zwei Punkte am Bewegungsgeschehen teilnehmen, durch nur zwei Zuordnungspaare.

Dann stellt sich  $\text{horiz}_s$  dar als

$$\begin{array}{l} x_1 - y_2, \quad x_3 - y_1 \\ y_2 - x_1, \quad y_1 - x_3 \end{array}$$

$\text{Vert}_a$  ergibt sich als

$$\begin{array}{l} x_2 - y_2, \quad x_3 - y_3 \\ y_2 - x_2, \quad y_3 - x_3 \end{array}$$

Ganz entsprechend läßt sich  $\text{vert}_m$ , das Phänomen, bei dem sich nur der mittlere Punkt auf und ab bewegt (s. S. 34 und Abb. IIIk), als

$$\begin{array}{l} x_1 - y_1 \\ y_1 - x_1 \end{array}$$

charakterisieren.

Es ist zu beachten, daß bei allen Bewegungsformen die erste und die zweite zur Darstellung benötigte Konstellation aus den gleichen Zuordnungspaaren bestehen. Lediglich die Reihenfolge der Glieder innerhalb jedes Zuordnungspaares ist bei der zweiten Konstellation gegenüber der ersten umgekehrt. Das hängt damit zusammen, daß bei allen Phänomenen mit einer Zweierperiodik ausschließlich „Hin- und Her-Bewegungen“ vorkommen, d. h. der zweite Bewegungsschritt führt wieder in die Position zurück, von der der erste ausgegangen ist<sup>29)</sup>.

#### b) *Mehrphasige Phänomene.*

Bei den Dr-Phänomenen (s. S. 29 ff. und Abb. IIIh und IIIj) durchläuft eine anschaulich identische Gegebenheit im ganzen sechs verschiedene Positionen und kehrt erst in der sechsten Phase des objektiven Geschehens in ihre Ausgangslage zurück.

In unserer Darstellungsweise läßt sich ein derartiger Vorgang durch eine Serie von sechs Konstellationen aus jeweils drei Zuordnungspaaren charakterisieren (s. S. 83).

<sup>29)</sup> Vgl. dazu das Gesetz der zeitlichen Symmetrie der kombinatorischen Struktur des Geschehens und das Gesetz der Stetigkeit der Bewegungsvorgänge, S. 75 f.

Für DrR ergibt sich

$$\begin{aligned} & x_1 - y_3, x_2 - y_2, x_3 - y_1 \\ & y_3 - x_3, y_2 - x_1, y_1 - x_2 \\ & x_3 - y_1, x_1 - y_3, x_2 - y_2 \\ & y_1 - x_2, y_3 - x_3, y_2 - x_1 \\ & x_2 - y_2, x_2 - y_1, x_1 - y_3 \\ & y_2 - x_1, y_1 - x_2, y_3 - x_3 \quad \text{usw.} \end{aligned}$$

Das DrL-Phänomen stellt sich ganz entsprechend dar als

$$\begin{aligned} & x_1 - y_2, x_2 - y_1, x_3 - y_3 \\ & y_2 - x_2, y_1 - x_3, y_3 - x_1 \\ & x_2 - y_1, x_2 - y_3, x_1 - y_2 \\ & y_1 - x_3, y_3 - x_1, y_2 - x_2 \\ & x_3 - y_3, x_1 - y_2, x_2 - y_1 \\ & y_3 - x_1, y_2 - x_2, y_1 - x_3 \quad \text{usw.} \end{aligned}$$

Das vierphasige Phänomen „kl.Krsl.“ (s. S. 34 f. und Abb. IIIIm) stellt sich formal dar als

$$\begin{aligned} & x_1 - y_3, x_3 - y_1 \\ & y_3 - x_3, y_1 - x_1 \\ & x_3 - y_1, x_1 - y_3 \\ & y_1 - x_1, y_3 - x_3 \quad \text{usw.} \end{aligned}$$

#### 4. Empirische gegenüber theoretisch möglichen Bewegungsphänomenen.

##### a) *Zweiphasige Phänomene.*

a) Phänomene, die durch Konstellationen aus drei Zuordnungspaaren darstellbar sind. — Ein Teil der empirischen Phänomene, bei denen das Geschehen eine Zweierperiodik aufweist, läßt sich, wie wir gesehen haben, durch zwei Konstellationen erfassen, die aus jeweils drei Zuordnungspaaren bestehen. Es sind dies die Phänomene PR, PL, RR, DiagR, DiagL und Kreuzb, also insgesamt sechs der auftretenden Bewegungsformen. Man kann sich nun die Frage stellen, wieviele Phänomene mit derartigem Aufbau demgegenüber möglich sind.

Zur Beantwortung dieser Frage muß zunächst festgestellt werden, wieviele Kombinationen aus drei Zuordnungspaaren sich aus der Gesamtzahl der Zuordnungspaare bilden lassen. Die gesuchte Anzahl bestimmt sich nach dem bekannten kombinatorischen Lehrsatz: Es gibt aus einer Gesamtheit von  $n$  Elementen  $\binom{n}{r}$  Kombinationen zur Klasse  $r$ . Da 9 Elemente (Zuordnungspaare) gegeben sind, kommt man nach diesem Ansatz zu  $\binom{9}{3} = 84$  möglichen Kombinationen aus drei Zuordnungspaaren.

Nun erfordern die Phänomene des beschriebenen Typs zur Darstellung

nicht nur eine, sondern zwei Konstellationen aus drei Zuordnungspaaren. Theoretisch kann auf jede der 84 möglichen Konstellationen jede andere folgen. Daher ergeben sich insgesamt

$$\binom{9}{3} \cdot \binom{9}{3} = 84^2 = 7056$$

Bewegungsmöglichkeiten, die durch zwei Dreierkonstellationen von Zuordnungspaaren darstellbar sind. Von den 7056 Möglichkeiten werden nur 6 verwirklicht. Diese Reduktion ist zunächst darauf zurückzuführen, daß, wie weiter oben festgestellt wurde, alle auftretenden zweiphasigen Phänomene „Hin- und Her-Bewegungen“ darstellen. Der zweite Schritt der Bewegung führt wieder zur Ausgangsposition zurück usw. Das bedeutet in unserem Darstellungssystem: Die zweite zur Charakterisierung erforderliche Zuordnungskonstellation stimmt mit der ersten überein, wenn man die einzelnen Zuordnungspaare als Kombinationen betrachtet. Faßt man die Paare dagegen als Dispositionen auf, so unterscheidet sich die zweite Konstellation von Zuordnungspaaren von der ersten durch die Stellung der Glieder innerhalb jedes Paares und nur dadurch.

Der zweite Schritt der Bewegung ist durch den ersten also vollkommen festgelegt. Berücksichtigt man diese Gesetzmäßigkeit, kommt man wiederum auf 84 mögliche Bewegungsformen, da so viele Möglichkeiten für den ersten Bewegungsschritt bestehen.

Damit ergibt sich die Frage, wodurch die 6 faktisch auftretenden Varianten gegenüber den theoretisch ebenfalls möglichen, die durch die 78 übrigen Konstellationen aus drei Zuordnungspaaren symbolisiert werden, bevorzugt sind.

Die Frage ist oben (§ 3, S. 74) bereits beantwortet worden: Die auftretenden 6 Fassungen verwirklichen alle den besonders prägnanten Fall der eindeutigen Zuordnung der bewegungskonstituierenden Lichter.

Betrachten wir den Aufbau der wahrnehmungsmäßig nicht verwirklichten Bewegungsformen, denen Dreier-Konstellationen entsprechen, näher. Bei allen Dreier-Konstellationen außer den sechs mit eindeutiger Zuordnung muß ein Licht der einen Darbietung mindestens zweien der anderen Darbietung zugeordnet sein. Da dann aber in unserer Darstellungsweise mindestens zwei Zuordnungspaare vergeben sind, hat mindestens ein Objekt keinen Zuordnungspartner, d. h. der betreffende Punkt muß am Ort verschwinden.

Angenommen z. B., Objekt  $x_1$  fungiere zweimal als Zuordnungspartner, einmal für  $y_1$  und einmal für  $y_2$ , dann ist nur noch ein Zuordnungspaar verfügbar. Falls dieses für eine Zuordnung zwischen  $x_2$  und  $y_3$  vergeben wird, lautet die entsprechende Konstellation  $x_1 - y_1, x_1 - y_2, x_2 - y_3$ , d. h. der Punkt in  $x_1$  teilt sich in zwei Hälften, von denen die eine nach Position  $y_1$ , die andere nach Position  $y_2$  wandert. Der Punkt in  $x_2$  bewegt sich nach  $y_3$ , und der Punkt in  $x_3$  verschwindet am Ort, ohne daß in der nächsten Darbietung irgendeine Entsprechung — etwa in Form des Auftauchens eines anderen Punktes am Ort „an Stelle“ dessen, der in  $x_3$  schwand — gegeben ist.

(Aus Raumgründen wird hier und im folgenden nur der erste Bewegungsab-

schnitt angegeben. Der zweite liegt fest, da wir die Betrachtung auf „Hin- und Her-Bewegungen“ eingeengt haben, s. S. 85 f.)

Natürlich kann nicht nur  $x_1$  als die Gegebenheit mit Doppelzuordnung vorkommen, sondern ebenso  $x_2$  oder  $x_3$ . Auf diese Weise sind eine ganze Anzahl von Zuordnungskonstellationen möglich, die im Prinzip dem oben beschriebenen Fall entsprechen.

Nun besteht jedoch keine Notwendigkeit, daß das Element, das eine einfache Zuordnung erfährt, durch diese mit dem „noch freien“, d. h. durch die Doppelzuordnung eines der beiden übrigen Elemente noch nicht belegten Lichtes der folgenden Darbietung kombiniert werden muß. Vielmehr kann zusätzlich zu der Erfassung eines Lichtes in einer Doppelzuordnung das gleiche Licht auch noch Partner in einer „einfachen“ Zuordnung zu einem anderen Element sein. Dies ist z. B. bei der Konstellation  $x_2 - y_1$ ,  $x_2 - y_2$ ,  $x_3 - y_1$  der Fall. Diese Konstellation würde ein (empirisch nicht auftretendes) Bewegungphänomen beschreiben, bei dem ein Punkt in  $x_2$  sich aufspaltet, und die eine Hälfte nach  $y_1$ , die andere nach  $y_2$  wandert, während gleichzeitig auch ein Punkt von  $x_3$  sich nach  $y_1$  bewegt, so daß das Objekt in  $y_1$  anschaulich aus einer Hälfte eines von  $x_2$  und dem gesamten von  $x_3$  herkommenden Objekt hervorgeht. Außerdem verschwindet der Punkt in  $x_1$  am Ort, und es taucht ein Objekt in  $y_3$  auf.

Es gibt noch weitere Möglichkeiten innerhalb der Dreier-Konstellationen. Es ist nämlich möglich, einen Punkt der einen Darbietung dreifach zuzuordnen, wie das z. B. bei  $x_1 - y_1$ ,  $x_1 - y_2$ ,  $x_1 - y_3$  gegeben ist. In diesem Fall verschwinden die Objekte in  $x_2$  und  $x_3$  am Ort, und die Gegebenheit in  $x_1$  teilt sich in drei Teile, die nach  $y_1$ ,  $y_2$  und  $y_3$  wandern.

Wie man sich leicht klarmachen kann, haben alle nicht verwirklichten Fassungen, die durch Konstellationen aus drei Zuordnungspaaren darstellbar sind, strukturelle Charakteristika, die schon bei der graphentheoretischen Betrachtung (s. § 3) als hinreichend dafür aufgewiesen wurden, daß ein Phänomen unter unseren Bedingungen nicht beobachtet wird. Die dort aufgestellten Gesetzmäßigkeiten zeigen sich also auch bei der jetzigen Betrachtungsweise.

β) Phänomene, die durch Konstellationen aus zwei Zuordnungspaaren darstellbar sind — Entsprechend dem Ansatz im vorigen Abschnitt ergibt sich  $\binom{n}{2} \cdot \binom{n}{2}$  als Zahl der möglichen zweiphasigen Bewegungsformen aus zwei Zuordnungspaaren. Da nur „Hin- und Her-Bewegungen“ auftreten, der zweite Bewegungsschritt durch den ersten also festgelegt ist, brauchen wir nur  $\binom{9}{2} = 36$  Möglichkeiten näher zu betrachten.

Von diesen 36 Bewegungsformen kommen auf Grund bereits bekannter Gesetzmäßigkeiten nicht alle für wahrnehmungsmäßige Verwirklichung in Frage. Es hatte sich bei der graphentheoretischen Analyse herausgestellt, daß keine Phänomene auftreten, bei denen sowohl am Ort verschwindende bzw. erscheinende Lichtpunkte als auch Punktteilungen bzw. Zusammenschlüsse vorkommen (s. S. 75). Da nun bei Phänomenen, die durch Zweier-Konstellationen beschreibbar sind, nicht alle drei Punkte am Bewegungsgeschehen teilnehmen können, sind der oben angegebenen Gesetzmäßigkeit zufolge nur solche

Bewegungsformen zu erwarten, bei denen die Einheit der anschaulichen Objekte erhalten bleibt. Dies ist aber nur der Fall bei den Zuordnungskonstellationen, bei denen die beiden Zuordnungspaare kein gemeinsames Glied haben. Es gibt insgesamt 18 solcher Konstellationen.

Gehen wir von  $x_1-y_1$  als erstem Zuordnungspaar aus. Das zweite Paar der Konstellation darf entsprechend dem oben Gesagten weder ein Glied  $x_1$  noch ein Glied  $y_1$  enthalten. Also bleiben nur vier Möglichkeiten, da das erste Glied des zweiten Paares entweder  $x_2$  oder  $x_3$ , das zweite entweder  $y_2$  oder  $y_3$  sein kann, wobei  $x_2$  ebenso wie  $x_3$  entweder mit  $y_2$  oder mit  $y_3$  kombiniert sein kann. Die entsprechenden Möglichkeiten bestehen, wenn das erste Zuordnungspaar  $x_1-y_2$  oder  $x_1-y_3$  ist. Daher existieren 12 Zweier-Konstellationen, in denen  $x_1$  vorkommt.

Weitere 6 Konstellationen, in denen  $x_1$  nicht enthalten ist, sind möglich.  $x_2-y_1$  als erstes Zuordnungspaar kann entweder mit  $x_3-y_2$  oder  $x_3-y_3$  eine Konstellation bilden. Die entsprechenden Möglichkeiten bestehen für  $x_2-y_2$  und  $x_2-y_3$  als erstes Zuordnungspaar. Insgesamt ergeben sich also 18 Möglichkeiten. Bei allen übrigen Zweier-Konstellationen stimmen die beiden Zuordnungspaare einer Konstellation in irgendeinem Glied überein, was ja nicht vorkommen soll.

Daß nicht alle 18 dieser kombinatorisch gleichwertigen Bewegungsformen aufgetreten sind, kann mit der speziellen räumlichen Anordnung der Lichter in sinnvollen Zusammenhang gebracht werden.

Bei den Bewegungsformen  $\text{vert}_a (x_2-y_2, x_3-y_3)$  und  $\text{horiz}_s (x_1-y_2, x_3-y_1)$  ist die Gestalt der Bewegungsbahnen durch einen besonders hohen Prägnanzgrad ausgezeichnet. Wie man sich mit Hilfe von Abb. IIIj und IIIe veranschaulichen kann, bewegen sich bei diesen beiden Phänomenen zwei Punkte auf parallelen Bahnen, die in einer Hauptraumrichtung verlaufen, in gleicher Richtung. Die Bahnen verlaufen zudem symmetrisch zu der Verbindungslinie zwischen den beiden sukzessiv aufleuchtenden Punkten.

Allerdings stimmen die Bewegungsbahnen bei einem Phänomen, das durch die Zuordnungen  $x_1-y_3, x_2-y_1$  zu kennzeichnen wäre, in den Prägnanzeigenschaften vollkommen mit denen des  $\text{horiz}_s$ -Phänomens überein. Kann man sich die  $\text{horiz}_s$ -Bewegung dadurch entstanden denken, daß bei dem  $\text{DiagR}$ -Phänomen Sukzession anstelle der diagonal verlaufenden Bewegung tritt, so wäre in entsprechender Weise eine durch  $x_1-y_3, x_2-y_1$  zu beschreibende Bewegung dem  $\text{DiagL}$ -Phänomen zuzuordnen. Eine Bewegungsform dieser Struktur wurde jedoch unter unseren Bedingungen nicht beobachtet. Möglicherweise spielt hier wieder das Links-Rechts-Problem eine Rolle, jedoch kann auch Zufall im Spiel sein, da auch  $\text{vert}_a$  und  $\text{horiz}_s$  nur selten auftraten.

Im Vergleich zu allen übrigen (fünfzehn) kombinatorisch gleichgestellten Konstellationen lassen sich jedoch Unterschiede zwischen den Gestalteigenschaften der beobachteten Bewegungsformen und denen der nicht verwirklichten aufweisen. Bei sieben Zuordnungskonstellationen ( $x_1-y_1, x_2-y_3; x_1-y_1, x_3-y_2; x_1-y_2, x_2-y_3; x_1-y_3, x_3-y_2; x_2-y_1, x_3-y_2; x_2-y_3, x_3-y_1; x_2-y_3, x_3-y_2$ ) verläuft mindestens eine Bewegungsbahn des entsprechenden Phänomens nicht in einer Hauptraumrichtung. Bei vier weiteren möglichen Phänomenen (charakterisierbar durch  $x_1-y_2, x_3-y_3; x_1-y_3, x_2-y_2; x_2-y_1, x_3-y_3; x_2-y_2, x_3-y_1$ ) verlaufen die Bahnen der beiden bewegten Punkte in verschiedenen Hauptraumrichtungen. Bei den restlichen vier Zuordnungskonstellationen ergäben sich Phänomene, bei denen die Bewegungsbahnen zwar in einer Hauptraumrichtung verlaufen würden, jedoch in

gegenläufiger Richtung und nicht, wie im Fall  $\text{vert}_a$  und  $\text{horiz}_a$ , symmetrisch zu der Verbindungslinie zwischen den sukzessiv erscheinenden Punkten.

$\gamma$ ) Phänomene, die durch ein Zuordnungspaar darstellbar sind. — Wir betrachten wiederum nur die  $\binom{n}{r}$  möglichen „Hin- und Her-Bewegungen“ (s. S. 88) und kommen so auf  $\binom{9}{1} = 9$  zu diskutierende Bewegungsmöglichkeiten. Verwirklicht wurde nur ein derartiges Phänomen, und zwar  $x_1 - y_1$ . Es ist nach Abb. IIIk deutlich, daß dieses Phänomen in ganz besonderer Weise gestaltlich ausgezeichnet ist. Die Bewegung des Punktes verläuft in der Vertikalen, und bei A-Anordnung, bei der dies Phänomen allein auftrat, auf der Mittelachse der Gesamtkonfiguration, also sehr prägnant zu den sukzessiv aufleuchtenden Punktpaaren. Die spezielle räumliche Anordnung der Lichter begünstigt dieses Phänomen vor den übrigen, zuordnungsmäßig gleichwertigen.

$\delta$ ) Phänomene, die Konstellationen aus vier Zuordnungspaaren zur Darstellung erfordern. —  $\binom{9}{4} = 126$  „Hin- und Her-Bewegungen“ dieser Form sind möglich. Innerhalb dieser 126 Konstellationen aus vier Zuordnungspaaren kann man auf Grund von Unterschieden im kombinatorischen Aufbau verschiedene Gruppen bilden. Wir können, ausgehend von den Ergebnissen unserer graphentheoretischen Überlegungen, prüfen, welche der möglichen Konstellationen für eine wahrnehmungsmäßige Verwirklichung in Frage kommen.

Da sowohl Gruppe X als auch Gruppe Y aus drei Elementen bestehen, muß bei vier Zuordnungspaaren ein Objekt der X-Gruppe mit zwei Objekten der Y-Gruppe kombiniert werden (bzw. umgekehrt), so daß Punktteilungen bzw. Zusammenschlüsse von Punkten unvermeidlich sind. Da, wie wir gesehen haben, nie Punktteilungen kombiniert mit „isolierten Punkten“ auftreten (s. S. 75), kommen also nur solche Kombinationsformen für die Wahrnehmung in Frage, bei denen alle Punkte am Bewegungsgeschehen teilnehmen. Daher fallen Konstellationen, in denen nicht alle drei Elemente jeder Gruppe vorkommen, aus.

Beispielsweise sind Bewegungsformen der Struktur  $x_1 - y_1, x_1 - y_2, x_2 - y_1, x_2 - y_3$  oder  $x_1 - y_2, x_1 - y_3, x_2 - y_1, x_2 - y_2$  nicht zu erwarten, da  $x_3$  in diesem Fall keinen Zuordnungspartner hat, also am Ort verschwinden müßte. Ebenso kann ein Phänomen vom Typ  $x_1 - y_1, x_2 - y_2, x_3 - y_1, x_3 - y_2$  nicht vorkommen, da in diesem Fall  $y_3$  keinen Zuordnungspartner hat, also am Ort auftauchen müßte usw. Konstellationen der Form  $x_1 - y_1, x_1 - y_2, x_1 - y_3, x_2 - y_1$  kommen ebenfalls nicht in Frage, da erstens ein isolierter Punkt auftreten muß, wenn ein Objekt in dreien der vier Paare enthalten ist, und zweitens Dreiteilungen nicht vorkommen.

Eine weitere kombinatorische Struktur käme dadurch zustande, daß jede der drei Gegebenheiten der X-Gruppe mit einer der Y-Gruppe kombiniert und das vierte Zuordnungspaar gebildet würde, indem irgendeines der X-

Objekte eine zweite Zuordnung erhielte. Wenn man so vorgeht, ergeben sich Konstellationen vom Typ  $x_1 - y_1, x_2 - y_2, x_3 - y_3, x_1 - y_2$ . In dieser Konstellation ist eine Gegebenheit, die zweimal als Zuordnungspartner vorkommt ( $y_2$ ), mit einem Element verbunden, das ebenfalls zweimal auftritt ( $x_1$ ).

Bewegungsformen mit einer derartigen kombinatorischen Struktur sind wegen der unprägnanten Genidentitätsverhältnisse nicht zu erwarten (s. § 3,4, vor allem S. 81).

Wir müssen nach Konstellationen aus vier Zuordnungspaaren suchen, welche die folgenden Bedingungen erfüllen: 1. Es müssen alle Elemente der X- und der Y-Gruppe in den Zuordnungspaaren enthalten sein. 2. Elemente, die zweimal auftreten, dürfen nur mit solchen kombiniert sein, die nur einmal auftreten.

Diese Forderungen werden nur von Konstellationen erfüllt, bei denen ein Objekt der X-Gruppe zwei Objekten der Y-Gruppe zugeordnet ist, während die beiden anderen X-Objekte mit dem einen, noch freien Y-Objekt kombiniert werden.

Man kann sich das auf folgende Weise verdeutlichen: Da sowohl die X- als die Y-Gruppe aus drei Elementen bestehen, muß mindestens ein Objekt der X-Gruppe zweien der Y-Gruppe zugeordnet werden (bzw. umgekehrt), damit vier Zuordnungspaare aus jeweils einem X- und einem Y-Element gebildet werden können. Gehen wir in diesem Sinn davon aus, daß ein Element der X-Gruppe mit zwei Y-Elementen kombiniert wird (etwa  $x_1 - y_1, x_1 - y_2$ ). Damit sind zwei der vier Zuordnungspaare festgelegt. Zwei X-Objekte (in unserem Beispiel  $x_2$  und  $x_3$ ) und ein Y-Element (im Beispielfall  $y_3$ ) sind noch nicht verwendet und müssen bei der Bildung der zwei restlichen Zuordnungspaare herangezogen werden, damit nicht zusätzlich zu der Zweiteilung „isolierte Punkte“ auftreten. Das dritte Zuordnungspaar muß gebildet werden, indem das noch freie Y-Element mit einem der beiden noch nicht verwendeten X-Glieder kombiniert wird. Im anderen Fall erhielte das bereits doppelt besetzte X-Objekt eine dritte Zuordnung, was ja nicht vorkommen darf. Jetzt steht nur noch ein Zuordnungspaar aus, in dem, damit kein „isolierter Punkt“ auftritt, notwendig das noch nicht verwendete X-Element enthalten sein muß. Würde man dies mit einem der bereits an das doppelt besetzte X-Objekt vergebenen Y-Elemente kombinieren (also mit  $y_1$  oder  $y_2$  in unserem Beispiel), tritt der Fall ein, daß ein Objekt Partner eines schon einmal besetzten Elementes (in unserem Beispiel  $x_1$ ) und Partner eines nur mit ihm kombinierten Elementes ist. Das darf aber nicht vorkommen. Also muß dem noch „freien“ X-Objekt notwendig das Y-Element zugeordnet werden, das mit dem nur einmal verwendeten X-Glied kombiniert worden ist. (Damit käme man in unserem Beispiel zu der Konstellation  $x_1 - y_1, x_1 - y_2, x_2 - y_3, x_3 - y_3$ ).

Eine Konstellation, die in der geforderten Weise kombinatorisch prägnant ist, ist die das TS-Phänomen repräsentierende Gruppe von Zuordnungspaaren  $x_1 - y_2, x_1 - y_3, x_2 - y_1, x_3 - y_1$ . Es stellt sich die Frage, ob unter den 126 möglichen Vierer-Konstellationen noch mehr Gruppierungen dieser Struktur vorkommen.

Gehen wir davon aus, daß das Element  $x_1$  der X-Gruppe mit zwei Elementen der Y-Gruppe kombiniert wird. Dafür gibt es drei Möglichkeiten, nämlich  $x_1 - y_1, x_1 - y_2; x_1 - y_1, x_1 - y_3$  und  $x_1 - y_2, x_1 - y_3$ . Die beiden ande-

ren Elemente der X-Gruppe,  $x_2$  und  $x_3$ , können, wie wir gezeigt haben, nur mit dem jeweils noch nicht verwendeten Element der Y-Gruppe kombiniert werden, wie oben im einzelnen dargestellt wurde.

Demnach gibt es im ganzen neun Konstellationen dieser Struktur, da nicht nur  $x_1$ , sondern auch  $x_2$  und  $x_3$  mit irgend zwei Y-Elementen kombiniert werden können. Es ist zu fragen, warum nur ein Phänomen mit entsprechendem Aufbau verwirklicht wird, nämlich TS.

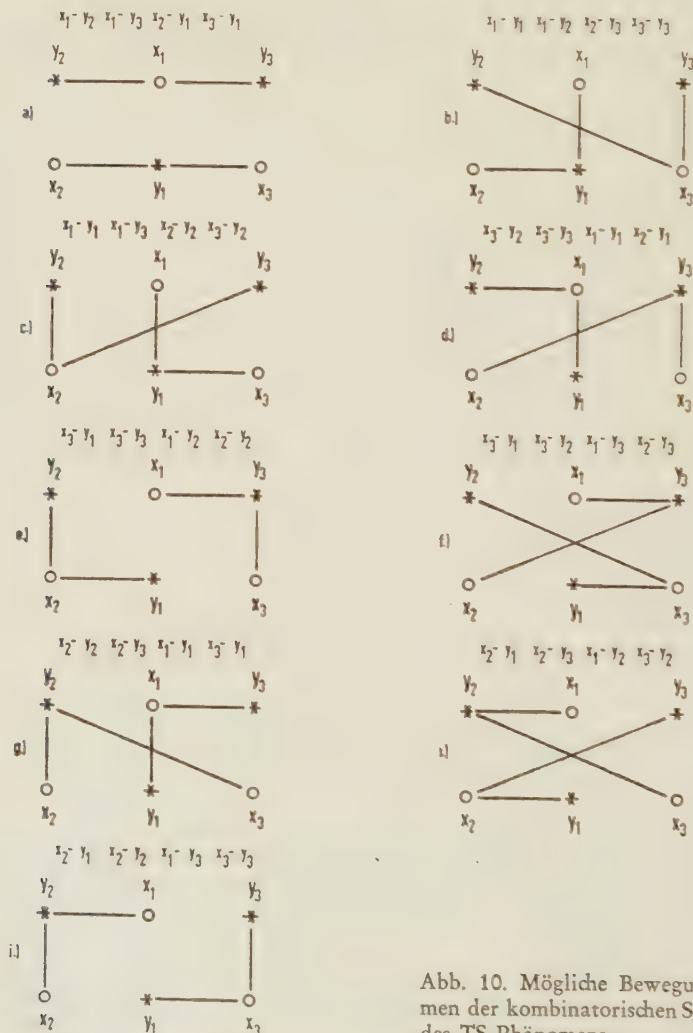


Abb. 10. Mögliche Bewegungsformen der kombinatorischen Struktur des TS-Phänomens.

Die Abb. 10a—i geben einen Überblick über die im ganzen neun möglichen Zuordnungskonstellationen des beschriebenen Typs und die ihnen entsprechenden Bewegungsformen.

Aus den Abbildungen wird deutlich, daß das TS-Phänomen sich in bezug auf den Verlauf der Bewegungsbahnen im Raum deutlich von den übrigen kombinatorisch gleichwertigen Bewegungsformen unterscheidet. Die Bewegung der Punkte verläuft auf parallelen Bahnen in einer Hauptraumrichtung. Die Teilung bzw. der Zusammenschluß der Punkte erfolgt unter einem Winkel von  $180^\circ$ . Bei den übrigen möglichen Fassungen erfolgt die Teilung bzw. der Zusammenschluß der Punkte entweder im rechten Winkel oder unter einem spitzen Winkel. Zudem kreuzen sich in manchen Fällen die Bewegungsbahnen, und ein Teil der Bewegungsbahnen verläuft nicht in den Hauptraumrichtungen. Diese Bedingungen sind offenbar ungünstiger für die Verwirklichung der Phänomene als diejenigen, die bei TS vorliegen.

Bei der Betrachtung der verschiedenen Bewegungsformen kann man auf die Vermutung kommen, daß innerhalb der Gruppe der unter unseren Bedingungen nicht auftretenden Fassungen Unterschiede in bezug auf die Wahrscheinlichkeit, unter anderen Bedingungen verwirklicht zu werden, bestehen. So könnte man etwa vermuten, daß bei bewußter Einstellung oder bei geeigneter Gestaltung (Farbgebung etc.) der Lichter es immer noch eher möglich sein wird, eine Fassung wie  $x_2-y_1$ ,  $x_2-y_2$ ,  $x_1-y_3$ ,  $x_3-y_3$  oder  $x_3-y_1$ ,  $x_3-y_3$ ,  $x_1-y_2$ ,  $x_2-y_2$  zu sehen als etwa  $x_1-y_1$ ,  $x_1-y_2$ ,  $x_2-y_3$ ,  $x_3-y_3$  usw.

Wir können also feststellen: Von den 126 Hin- und Her-Bewegungen, die durch Vierer-Konstellationen beschreibbar sind, sind nur neun in ihrem kombinatorischen Aufbau so prägnant, daß mit ihrer wahrnehmungsmäßigen Verwirklichung zu rechnen ist. Von diesen neun Bewegungsformen wird nur eine tatsächlich beobachtet. Es zeigte sich, daß bei dieser Fassung (TS) der Verlauf der Bewegungsbahnen im Raum in besonderer Weise gestaltlich ausgezeichnet ist.

4.) Phänomene, die durch Konstellationen aus einer größeren Anzahl von Zuordnungspaaren zu charakterisieren sind. — Betrachten wir zunächst Konstellationen aus fünf Zuordnungspaaren. Es gibt nach dem gewohnten Ansatz  $\binom{9}{5} = 126$  derartiger Konstellationen und ebenso viele „Hin- und Her-Bewegungen“ dieser Struktur. Wahrnehmungsmäßig verwirklicht wurde keine dieser Bewegungsformen. Das ist nach unseren bisherigen Befunden auch nicht anders zu erwarten (s. § 3, S. 81). Fünf Zuordnungspaare lassen sich aus zwei Gruppen mit jeweils drei Elementen nur bilden, wenn entweder ein Element mehr als zweimal verwendet wird oder mindestens zwei Elemente zweimal zur Paarbildung herangezogen werden. Das entspricht aber Phänomenen, bei denen ein Lichtpunkt sich in mindestens drei Teile teilt oder bei denen sich mehr als ein Lichtpunkt zerteilt (bzw. entsprechende Zusammenschlüsse auftreten).

Die entsprechenden Feststellungen gelten erst recht für Konstellationen aus sechs (mögliche Anzahl  $\binom{6}{9} = 84$ ), sieben (mögliche Anzahl  $\binom{7}{9} = 36$ ), acht (mögliche Anzahl  $\binom{8}{9} = 9$ ) und neun (mögliche Anzahl  $\binom{9}{9} = 1$ ) Zuordnungskonstellationen.

Diese kombinatorisch komplizierten, möglichen Bewegungsformen sind in räumlicher Hinsicht oft bemerkenswert regelmäßig (s. auch S. 88). Im Gegensatz zu den Befunden von METZGER 1934 (S. 11) sind unter unseren Bedingungen die bevorzugten Bewegungsverläufe nicht ohne weiteres schon auf Grund der simultanen räumlichen Veranschaulichung zu erkennen. Das spricht für die Wirksamkeit von Gesetzmäßigkeiten, die bei der simultanen Raumwahrnehmung weniger hervortreten. Wir gehen darauf weiter unten (s. S. 105 ff.) ausführlicher ein.

## b) *Mehrphasige Phänomene.*

α) Charakteristika der auftretenden Phänomene. — Alle mehrphasigen Phänomene (DrR, DrL, klKrsI) waren vollständige Umläufe (s. S. 29, 32, 34), wobei ausschließlich 1:1 Zuordnungen zwischen Lichtpunkten aufeinanderfolgender Darbietungen vorkamen.

In der graphentheoretischen Darstellung sind diese Gesichtspunkte dadurch impliziert, daß die mehrphasigen Verläufe als „Zyklen“, d. h. einsinnig gerichtete Kreise, klassifiziert wurden. Bei einem Zyklus ist jeder Punkt Ausgangs- und Endpunkt einer gerichteten Kante. Daher sind Punktteilungen ausgeschlossen, da sie in unserer Darstellungsweise erfordern würden, daß ein Punkt Anfangspunkt zweier Kanten wäre. Bei Zusammenschlüssen müßte ein Punkt als Endpunkt zweier Kanten fungieren. Daher sind auch Zusammenschlüsse von Punkten mit der Zyklus-Struktur unvereinbar. Isolierte Punkte gibt es innerhalb eines Zyklus ebenfalls nicht, also müssen immer alle Punkte am Bewegungsgeschehen teilnehmen.

Bei der Bestimmung der Anzahl der theoretisch möglichen Bewegungsformen sind diese Eigenarten der Kombinationsstruktur der Phänomene zu berücksichtigen.

Die angeführten Eigenschaften: Umlaufcharakter des Bewegungsphänomens und 1:1 Zuordnung der bewegungskonstituierenden Lichtpunkte sind bei drei- und fünfphasigen Bewegungsphänomenen nicht erfüllbar.

Damit die Bewegung „Umlaufcharakter“ haben kann, müßten nur drei bzw. fünf Lichter deutlich ausgegliedert sein (s. S. 34, kl.KrsI.). Bei ungerader Anzahl der Lichter müßte dann aber eine Darbietung ein Licht mehr enthalten als die andere. Dadurch wären Punktteilungen bzw. Zusammenschlüsse oder Verschwinden am Ort unvermeidbar. Drei- oder fünfphasige Phänomene sind ferner notwendig unstetig (vgl. § 3, 3, S. 75 f.). Phänomene dieses Typs wurden dementsprechend nicht beobachtet.

β) Anzahl der theoretisch möglichen Bewegungsformen, die durch einen Zyklus darstellbar sind:

$\beta_1$ ) Sechsheisige Phänomene. — Für die Ableitung der Anzahl der möglichen sechsheisigen Phänomene, die durch einen Zyklus darstellbar sind, betrachten wir zunächst die Bewegungsmöglichkeiten eines anschaulichen Objektes  $\mathfrak{M}$  in den verschiedenen Phasen des Bewegungsablaufs.

Angenommen, das Korrelat von  $\mathfrak{M}$  ist Licht  $x_1$  (s. dazu Abb. 11). In der ersten Phase des Geschehens bestehen für  $x_1$  unter der Voraussetzung der 1:1 Zuordnung drei Möglichkeiten:  $x_1 - y_1$ ,  $x_1 - y_2$  oder  $x_1 - y_3$ . Wir nehmen an,  $x_1 - y_1$  wird verwirklicht. Der nächste Schritt erfordert eine Kombination von  $y_1$  mit einem X-Element.  $x_1$  fällt aus, da sonst eine symmetrische Verbindung zwischen  $x_1$  und  $y_1$  bestände, was in einem Zyklus nicht vorkommt. Infolgedessen muß  $y_1$  entweder mit  $x_2$  oder mit  $x_3$  kombiniert werden.

Betrachten wir zunächst die Situation, die sich im Anschluß an die Verwirklichung von  $y_1 - x_2$  ergibt. Der nächste Schritt erfordert eine Verbindung von  $x_2$  mit einem Y-Element. Es kommen nur  $y_2$  oder  $y_3$  in Frage, da sonst wiederum eine im Zyklus nicht mögliche symmetrische Verbindung zwischen  $y_1$  und  $x_2$  gebildet werden müßte.

Angenommen, die nächste Kombination ist  $x_2 - y_2$ . Dann sind drei Phasen des Geschehens abgeschlossen, nämlich  $x_1 - y_1$ ,  $y_1 - x_2$ ,  $x_2 - y_2$ . Als nächste Kombination kommt nur noch  $y_2 - x_3$  in Frage. Die Kombination  $y_2 - x_2$  ist unmöglich, wegen der dadurch gebildeten symmetrischen Verbindung zwischen  $y_2$  und  $x_2$ , die Zuordnung  $y_2 - x_1$  ist nicht statthaft, da in einem Zyklus von jedem Punkt nur eine Kante ihren Anfang nehmen darf.  $x_1$  ist schon Anfangspunkt einer Kante, da der Ablauf mit der Kombination  $x_1 - y_1$  begann. Würde jetzt, in der vierten Phase des Geschehens, eine Kante zu  $x_1$  hinführen, so müßte sie in der nächsten, fünften Phase wieder von  $x_1$  ausgehen und damit wäre  $x_1$  Anfangspunkt für zwei Kanten, was nicht sein darf. Also kommt nur  $y_2 - x_3$  als nächste Kombination in Frage.  $x_3$  kann dann nur noch mit  $y_3$  kombiniert werden, da  $y_1$  und  $y_2$  schon in vorhergehenden Phasen Anfangspunkt und Endpunkt einer Kante gewesen sind. Nur  $x_1$  war bisher erst Anfangspunkt, noch nie Endpunkt einer Verbindung. Daher ergibt sich notwendig als letztes Zuordnungspaar  $y_3 - x_1$ , womit der Zyklus geschlossen ist.

Wir haben bei unserer Überlegung angenommen, daß auf die Kombinationen  $x_1 - y_1$  und  $y_1 - x_2$   $x_2 - y_2$  folgt, hatten aber darauf hingewiesen, daß stattdessen auch  $x_2 - y_3$  möglich wäre. Angenommen,  $x_2 - y_3$  würde im Anschluß an  $x_1 - y_1$ ,  $y_1 - x_2$  verwirklicht, dann geht der Vorgang nach den gleichen Prinzipien weiter, wie bereits beschrieben. Nach  $x_2 - y_3$  muß  $y_3 - x_3$  folgen, da die Verbindung nicht zurück nach  $x_2$  gehen und  $x_1$  erst Endpunkt des letzten Schrittes sein darf.  $x_3$  muß als nächstes mit  $y_2$  kombiniert werden, da dies als einziges Y-Element noch nicht verwendet wurde. Von  $y_2$  aus schließt sich der Zyklus, indem mit  $y_2 - x_1$  auch  $x_1$  Endpunkt einer Kante wird.

Wie aus Abb. 11 deutlich wird, bestehen ganz entsprechende Möglichkeiten, wenn auf  $x_1 - y_1$  nicht  $y_1 - x_2$ , sondern  $y_1 - x_3$  folgt.

Demnach kann ein anschauliches Objekt  $\mathfrak{A}$  auf vier verschiedene Weisen, mit  $x_1 - y_1$  beginnend, einen vollständigen Umlauf vollführen, bei dem jede Position, in der ein Licht gegeben wird, einmal und nur einmal berührt wird.

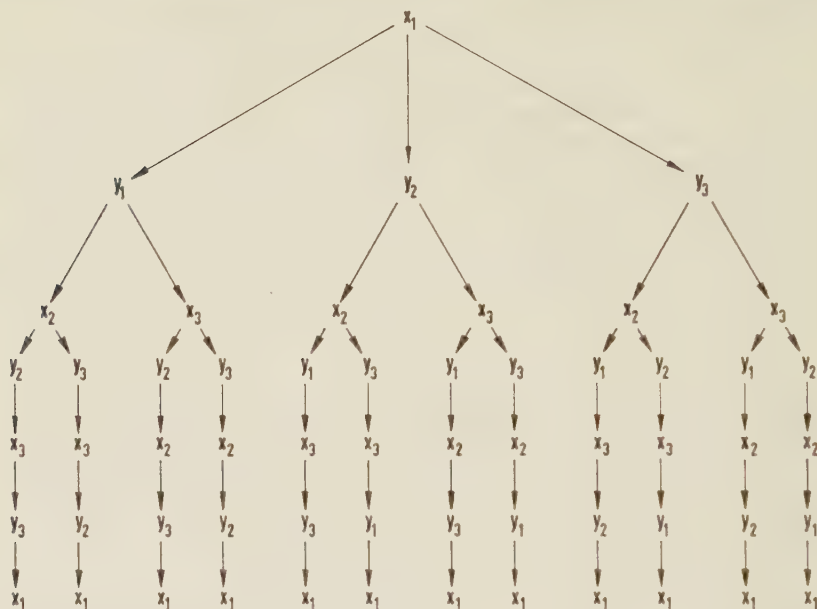


Abb. 11. Möglichkeiten für sechsphasige Umläufe eines in der 0-Phase des Geschehens durch Licht  $x_1$  repräsentierten Anschauungsobjektes.

Jeweils die gleiche Zahl von Möglichkeiten ergibt sich für  $x_1 - y_2$  bzw.  $x_1 - y_3$  als ersten Bewegungsschritt, so daß zwölf Möglichkeiten des Umlaufs für ein anschauliches Objekt, das in der Ausgangslage durch Licht  $x_1$  repräsentiert wird, bestehen.

Nun bestimmt sich eine Bewegungsform in unserem Sinne nicht nur durch die Bewegung eines Lichtpunktes, sondern durch die aller drei simultan erscheinenden anschaulichen Objekte. Wir hatten jedoch ausgeführt (s. S. 29 ff. u. Abb. 3), daß sich bei den Dr-Phänomenen alle drei Lichtpunkte zeitlich getrennt in gleicher Richtung auf gleichen Bahnen bewegen.

In der graphentheoretischen Betrachtung zeigte sich das dadurch, daß ein Zyklus ausreichte, um die Struktur des Bewegungsvorganges zu erfassen. Bei der Charakterisierung durch Zuordnungskonstellationen kam dieser Gesichtspunkt dadurch zum Ausdruck, daß die gesamte zur Beschreibung des Bewegungsablaufs erforderliche Matrix aus nur sechs verschiedenen Zuordnungspaaren gebildet wurde, da die Spalten der Matrix die gleichen Zuordnungspaare in verschiedener Anordnung enthielten.

Demnach erhöht sich die Zahl der möglichen Bewegungsformen dieses Typs nicht, wenn man die Bewegungen der beiden übrigen Lichtpunkte in die Betrachtung einbezieht. Diese müssen sich vielmehr, wenn auch phasenverschoben, in der gleichen Richtung auf den gleichen Bahnen wie die anschauliche Gegebenheit  $\mathcal{M}$  bewegen, von der wir bei unserer Überlegung ausgegangen sind.

Es gibt also insgesamt zwölf Bewegungsformen, die unter graphentheoretischem Aspekt betrachtet mit den Dr-Phänomenen übereinstimmen, d. h. durch einen Zyklus beschreibbar sind (s. Abb. 12).

Daß nur zwei von ihnen (nämlich die Dr-Bewegungen, s. Abb. 12e und k) wahrgenommen wurden, kann mit der speziellen räumlichen Anordnung der Lichter in Zusammenhang gebracht werden (s. u. unter  $\gamma$ ).

$\beta_2$ ) Vierphasige Phänomene. — Phänomene vom Typ kl.Krsl. kommen dadurch zustande, daß nur vier der insgesamt sechs Lichter (zwei der X- und zwei der Y-Gruppe) in das Geschehen einbezogen werden.

Aus jeder der beiden aus jeweils drei Lichtern bestehenden Darbietungen lassen sich drei Lichtpaare herausgreifen,  $x_1x_2$ ,  $x_1x_3$ ,  $x_2x_3$ , aus der X-Gruppe und  $y_1y_2$ ,  $y_1y_3$  und  $y_2y_3$  aus der Y-Gruppe. Da jedes Paar der X-Lichter theoretisch mit jedem Paar der Y-Lichter zusammengefaßt werden kann, bestehen neun Möglichkeiten für die Bildung derartiger Vierergruppen. Innerhalb jeder Vierergruppe sind zwei zyklische Bewegungsformen möglich.

Gehen wir davon aus, daß die Lichter  $x_1$ ,  $x_2$  und  $y_1$ ,  $y_2$  allein beachtet werden. Eine Bewegung kann dadurch erfolgen, daß  $x_1 - y_1$ ,  $x_2 - y_2$  verwirklicht wird oder dadurch, daß  $x_1 - y_2$ ,  $x_2 - y_1$  auftritt. Die weiteren Schritte sind bei zyklischer Struktur festgelegt, wie man sich leicht verdeutlichen kann.

Demnach bestehen insgesamt 18 Bewegungsmöglichkeiten der angegebenen kombinatorischen Struktur, von denen nur eine verwirklicht wurde. Wiederum wird man die Ursache dafür in der speziellen räumlichen Anordnung der Lichter suchen müssen.

$\gamma$ ) Vorzüge der empirisch verwirklichten Umlaufsphänomene in räumlicher Hinsicht. — Bei den sechsphasigen Phänomenen stellen die beiden empirisch verwirklichten Fassungen die einzigen dar, bei denen die Bewegung aller drei Punkte ausschließlich auf dem Umfang des durch die gesamte Anordnung gebildeten Rechtecks verläuft (s. Abb. 12e und k).

Wie die Abb. 12a–l zeigen, hat diese Art von Bewegungsgeschehen einige Eigenschaften, die im Sinne der bekannten Wahrnehmungsgesetzlichkeiten als Vorteile aufzufassen sind:

1. Wenn die Punkte bei der Bewegung auf der Peripherie der Reizanordnung verbleiben, besteht die Möglichkeit, ein Dreieck, das Drehungen ausführt, wahrzunehmen. Dadurch sind die Einzelbewegungen der Lichtpunkte Teile eines einfach strukturierten Gesamtvorgangs. Ferner ist das „Gesetz zur Erhaltung der zeitersten Gestalt“ (v. SCHILLER 1933) eingehalten. — Verlassen demgegenüber die Licht-

punkte bei ihrer Bewegung die Peripherie der Anordnung, wird die Dreiecksgestalt zerrissen, und eine Einbettung der Einzelbewegungen in einen einheitlichen Gesamt- vorgang ist nicht möglich.

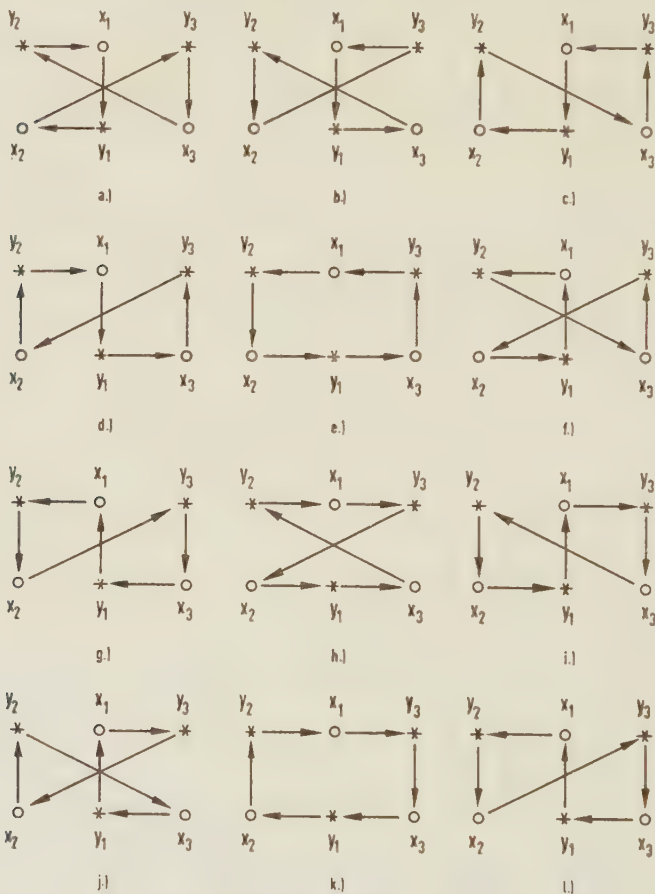


Abb. 12. Mögliche sechsphasige Umlaufbewegungen, die durch einen Zyklus darstellbar sind.

2. Verbleiben die Punkte bei der Bewegung auf den Außenbahnen, sind bei einem Umlauf für jeden Lichtpunkt vier im rechten Winkel erfolgende Richtungsänderungen der Bewegung erforderlich. Durchlaufen die Punkte den Innenbereich, sind, wie die Abbildungen zeigen, in einer Reihe von Fällen nicht vier, sondern fünf Richtungsänderungen nötig. Darüber hinaus müßte sich in allen Fällen die Bewegungsrichtung bei mindestens zwei Bewegungsschritten im spitzen Winkel, also viel abrupter als bei den Dr-Phänomenen, ändern.

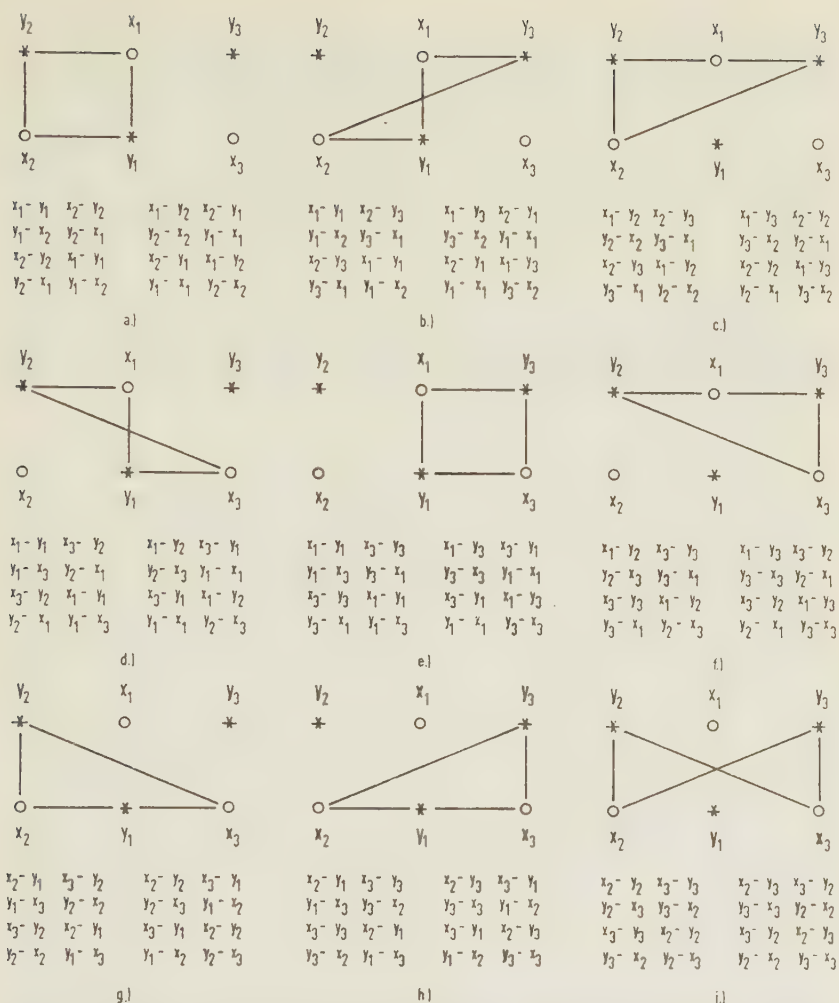


Abb. 13. Mögliche vierphasige Umlaufbewegungen. Jede der Abbildungen a–i veranschaulicht, wie die angegebenen Zuordnungskonstellationen ausweisen, zwei mögliche Fälle, da die Umlaufbewegungen im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn erfolgen können.

3. Wenn die Bewegung nicht auf der Peripherie der Rechteckanordnung verbleibt, wird der Bewegungsweg länger, da mindestens in einem Fall anstelle einer Seite eine Diagonale einbezogen werden muß.

Die Abb. 13a–i zeigen die möglichen Bewegungsformen, deren kombinatorischer Aufbau dem des kIKrsl-Phänomens entspricht. Das kIKrsl-Phäno-

men (Abb. IIIm, Abb. 13e) ist dadurch ausgezeichnet, daß die bewegungskonstituierenden Lichtpunkte eine besonders prägnante Figur, ein Rechteck, bilden und daß die Bewegungen auf den Umrisslinien dieser Figur verlaufen.

Wie man aus den Abbildungen entnehmen kann, gibt es noch drei weitere Bewegungsformen, die in dieser Weise ausgezeichnet sind, nämlich bei gleichen bewegungskonstituierenden Lichtpaaren (Abb. 13e) den entgegengesetzt gerichteten Umlauf und die beiden Umlaufmöglichkeiten in Abb. 13a.

Da Anordnung A (Abb. I), die einzige, bei der das kl.Krsl.-Phänomen beobachtet wurde (s. S. 34), symmetrisch ist, stimmen die drei möglichen Bewegungsformen auch in bezug auf die metrischen Verhältnisse vollkommen mit dem klKrsl-Phänomen überein.

Daß ein klKrsl allein im Sinne der Abb. IIIm beobachtet wurde, ist möglicherweise Zufall, da man berücksichtigen muß, daß das Phänomen nur von einer einzigen Vp wahrgenommen wurde.

### **§ 6. Anzahl der möglichen Bewegungsformen.**

Wir haben uns bisher darauf beschränkt zu ermitteln, wieviel Phänomene eines ganz bestimmten Aufbaus, der in mindestens einem Beispiel wahrnehmungsmäßig verwirklicht wurde, theoretisch möglich sind.

Wir wollen jetzt, relativ unabhängig von den empirischen Phänomenen, nach der Zahl der (im Rahmen unseres Denkansatzes) überhaupt möglichen Bewegungsformen fragen. Es gibt neun bewegungskonstituierende Zuordnungspaare, wie S. 82 dargestellt wurde.

Die Anzahl der möglichen Bewegungsformen ergibt sich auf Grund der Anzahl der möglichen Konstellationen, die aus den neun Zuordnungspaaren gebildet werden können. Diese Anzahl bestimmt sich nach der Formel  $\binom{n}{r}$  (s. S. 87). Entsprechend ergeben sich für Konstellationen aus 1, 2...9 Zuordnungspaaren 9, 36, 84, 126, 126, 84, 36, 9, 1 Möglichkeiten. Jede dieser Möglichkeiten kann den ersten Schritt eines Bewegungsgeschehens charakterisieren, daher gibt ihre Summe, 511, die Anzahl der möglichen ersten Bewegungsschritte und damit auch die Zahl der möglichen „einphasigen“ Phänomene an.

Streng genommen müßte auch noch eine Konstellation aus 0 Zuordnungspaaren berücksichtigt werden, jedoch bedeutet diese „Konstellation“ in unserer Darstellungsweise Sukzession und kann bei einer Betrachtung, die sich auf die möglichen Bewegungsalternativen bezieht, außer Acht gelassen werden.

Nun traten einphasige Phänomene unter unseren Bedingungen nicht auf. Ein anschaulich abgeschlossener Geschehensabschnitt erforderte mindestens zwei Konstellationen zur Beschreibung. Theoretisch kann auf den ersten Bewegungsschritt jede der 511 Möglichkeiten folgen, um ein zweiphasiges Phänomen zu konstituieren. Die Zahl der möglichen zweiphasigen Phänomene beträgt also 511<sup>2</sup>. Entsprechend bestimmt sich die Zahl der möglichen dreiphasigen Phänomene als 511<sup>3</sup>, die der vierphasigen Phänomene als 511<sup>4</sup>, der fünfphasigen 511<sup>5</sup> und der sechsphasigen 511<sup>6</sup>.

Die Gesamtzahl der in unserem System erfaßbaren Bewegungsformen ergibt sich demnach als die Summe der einphasigen, zweiphasigen usw. bis sechphasigen Bewegungsverläufe, also als  $511 + 511^2 + 511^3 + 511^4 + 511^5 + 511^6 = 17839250820809216$  oder ungefähr  $1,78 \cdot 10^{16}$ .

Empirisch tritt auf Grund von Auswahlprinzipien, die die Wahrnehmung beherrschen, wie wir gesehen haben, im Vergleich zu dieser ungemein großen Zahl theoretisch möglicher Bewegungsformen nur eine verschwindend geringe Zahl verschiedener Phänomene auf.

## ***§ 7. Informationstheoretische Meßwerte zur Bestimmung des Ausmaßes von Gesetzlichkeit des Wahrnehmungsgeschehens unter Berücksichtigung der Zahl der theoretisch möglichen Bewegungsformen.***

### **1. Allgemeine Vorüberlegungen.**

Wie oben (III, Kap. 2, § 5) in Zusammenhang mit den Gewichtigkeitsunterschieden zwischen den empirischen Bewegungsfassungen demonstriert wurde, besteht die Möglichkeit, den Grad von Vorhersagbarkeit des Wahrnehmungsgeschehens durch informationstheoretische Meßwerte quantitativ zu erfassen. Nachdem wir in den vorhergehenden Paragraphen ein System zur Erfassung und zur Bestimmung der Zahl der theoretisch möglichen Bewegungsformen entwickelt haben, läßt sich die Betrachtung über den Rahmen der empirischen Phänomene hinaus ausdehnen.

Man kann dabei von verschiedenen Voraussetzungen ausgehen. Wie vor allem in § 5,4 gezeigt werden konnte, ist es möglich, einen großen Teil der theoretisch ableitbaren Bewegungsformen schon auf Grund seines unprägnanten graphentheoretischen Aufbaus als ungeeignet für die wahrnehmungsmäßige Verwirklichung zu klassifizieren, ohne daß die speziellen geometrisch-räumlichen Verhältnisse der Lichteranordnung diskutiert zu werden brauchen.

Man kann daher fragen, welches Ausmaß von Redundanz gegenüber einem vollkommen regellosen Auftreten aller theoretisch möglichen Bewegungsformen erreicht würde, wenn nur die Geschehensverläufe, die mit Hinblick auf ihren graphentheoretischen Aufbau die nötige Prägnanz aufweisen, verwirklicht würden. Dabei soll der Einfachheit halber angenommen werden, daß alle in diesem Ansatz erfaßten Bewegungsmöglichkeiten mit gleicher Wichtigkeit wahrgenommen werden. Ein derartiger Redundanzwert würde ein Maß dafür angeben, wie stark die regellose Variabilität des Geschehens eingeschränkt wird, ohne daß die speziellen räumlichen Beziehungen zwischen den Lichtern zur Wirkung kommen müssen, wie stark die Wahrnehmung unter unseren Bedingungen von wesentlich abstrakteren kombinatorischen Gesetzlichkeiten bestimmt wird.

Als nächstes wäre zu fragen, welcher Grad an Vorhersagbarkeit erreicht wird, wenn die speziellen räumlichen Bedingungen der verwendeten Anordnung ebenfalls berücksichtigt werden, wobei zunächst angenommen werden soll, daß alle empirischen Phänomene mit gleicher Gewichtigkeit auftreten. Der Zuwachs an Redundanz, der dadurch erreicht wird, wäre mit dem graphentheoretisch erklärbaren Redundanzbetrag zu vergleichen.

Dabei ist noch eine weitere Unterscheidung zu treffen. In einem Teil der Versuche betrug die Beobachtungszeit bis zu 20 Minuten. Ferner nahmen Vpn teil, die auf Grund ihrer wahrnehmungspsychologischen Erfahrung den subjektbestimmten Charakter der Phänomene erkannten. In anderen Versuchsreihen betrug die Beobachtungszeit nur fünf Minuten, und die Vpn faßten das Geschehen als Realbewegungen, die sich objektiv veränderten, auf. Es ist zu fragen, in welchem Maße die Spielbreite des Geschehens durch diese Bedingungen eingeschränkt bzw. die Redundanz erhöht wird.

Noch ein weiterer Schritt ist angezeigt. Der Redundanzbetrag, der sich unter der vereinfachenden Annahme der Gleichgewichtigkeit aller in den quantitativen Versuchsreihen vorkommenden Phänomene ergibt, ist mit dem zu vergleichen, den man bei Berücksichtigung der Gewichtigkeitsunterschiede zwischen den auftretenden Fassungen erhält. Dieser Vergleich kann Aufschluß darüber geben, inwieweit sich unter unseren Bedingungen Wahrnehmungsgesetzlichkeiten dadurch äußern, daß unprägnante Fassungen überhaupt nicht zugelassen werden bzw. inwieweit sie sich dadurch äußern, daß Gewichtigkeitsunterschiede innerhalb der empirischen Bewegungsformen auftreten.

## 2. Redundanz auf Grund der Bevorzugung von Geschehensverläufen prägnanter graphentheoretischer Struktur.

Die Anzahl der theoretisch möglichen Bewegungsformen wurde in unserem System als etwa  $1,78 \cdot 10^{16}$  abgeleitet. Dementsprechend bestimmt sich der Informationsgehalt jedes Einzelereignisses bei Gleichwahrscheinlichkeit aller Alternativen als  $\lg 1,78 \cdot 10^{16} = 53,98308$  bit.

Wie ausführlich dargestellt wurde (insbesondere in § 5,4), werden Bewegungsverläufe, deren graphentheoretischer Aufbau bestimmte Forderungen unerfüllt läßt, nicht verwirklicht.

Betrachten wir zunächst die zweiphasigen Geschehensformen. Möglich sind  $9^2$  Bewegungsformen, die sich durch ein Zuordnungspaar darstellen lassen. Neun kommen unter graphentheoretischem Aspekt für die wahrnehmungsmäßige Verwirklichung in Frage. Es gibt  $36^2$  durch Konstellationen aus zwei Zuordnungspaaren beschreibbare Bewegungsmöglichkeiten. Achtzehn davon haben einen genügend prägnanten kombinatorischen Aufbau, um gesehen werden zu können. —  $84^2$  mit Hilfe von Konstellationen aus drei Zuordnungspaaren formalisierbare Bewegungsverläufe sind möglich.

Sechs davon sind auf Grund ihrer graphentheoretischen Struktur für die Verwirklichung zu erwarten. — Von den  $126^2$  möglichen, durch Viererkonstellationen beschreibbaren, Bewegungsformen erfüllen neun die kombinatorischen Bedingungen, die für das empirische Auftreten erforderlich sind. Alle Bewegungsformen, die zur Darstellung mehr als vier Zuordnungspaare erfordern, sind, wie im einzelnen dargestellt wurde, auf Grund ihrer kombinatorischen Struktur nicht als empirische Phänomene zu erwarten. Demnach kommen vom graphentheoretischen Aufbau her  $9 + 18 + 6 + 9 = 42$  zweiphasige Bewegungsverläufe für die wahrnehmungsmäßige Verwirklichung in Frage.

Bei den möglichen mehrphasigen Bewegungen besitzen 18 vierphasige (s. S. 88 f.) und 12 sechsphasige (s. S. 95 ff.) die für empirisches Auftreten erforderliche Zyklusstruktur. Insgesamt kommen also von der graphentheoretischen Struktur her 30 der mehrphasigen Bewegungsmöglichkeiten für die empirische Verwirklichung in Frage.

Zählt man die kombinatorisch möglichen zweiphasigen Bewegungsformen hinzu, erhält man 72 Verläufe, deren graphentheoretischer Aufbau so prägnant ist, daß das Auftreten der entsprechenden Phänomene möglich ist. Nehmen wir der Einfachheit halber die 72 kombinatorisch zulässigen Bewegungsformen als gleichwahrscheinlich an, so ergibt sich der mit dem Eintreten eines dieser 72 Ereignisse verbundene Informationsbetrag als  $\text{Id } 66 = 6,04439 \text{ bit}$ .

Setzt man diesen Informationsbetrag zu dem ins Verhältnis, der sich unter der Annahme der Gleichwahrscheinlichkeit der  $1,78 \cdot 10^{16}$  überhaupt möglichen Bewegungsformen errechnet, so erhält man einen Ausnutzungsgrad des zur Verfügung stehenden Kollektivs von Bewegungsmöglichkeiten von

$$A = 100 \cdot \frac{6,16992}{53,98584} \% = 11,4\%$$

bzw. eine Redundanz von  $C = 88,6\%$ .

### 3. Redundanz des Geschehens bei Annahme der Gleichwahrscheinlichkeit aller empirisch aufgewiesenen Bewegungsverläufe.

Insgesamt traten bei unseren Versuchen 13 verschiedene Bewegungsphänomene auf. Unter der vereinfachenden Annahme der Gleichwahrscheinlichkeit dieser 13 Phänomene ergibt sich ein Informationsgehalt pro Einzelereignis von  $H_{\text{emp}} = \text{Id } 13 = 3,70044 \text{ bit}$ . Setzt man diesen Informationsbetrag ins Verhältnis zu  $H_{\text{max}}$  (Gleichwahrscheinlichkeit für das Auftreten aller theoretisch ableitbaren Bewegungsformen), so ergibt sich ein Ausnutzungsgrad von

$$A = 100 \cdot \frac{3,70044}{53,98584} \% = 6,8\%$$

und damit eine Redundanz von  $C = 1 - A = 93,2\%$ .

Geht man nicht von der Zahl der Phänomene aus, die insgesamt auftraten, sondern von den Anzahlen verschiedener Fassungen, die in den auf

fünf Minuten Beobachtungszeit beschränkten Versuchen auftraten, so erhält man noch etwas geringere Ausnutzungs- bzw. noch etwas höhere Redundanzwerte.

Tab. 10 zeigt diese Kennwerte für die verschiedenen Versuchsreihen.

| Versuchsreihe                                                                          | Anzahl der beobachteten Fassungen | Informationsbetrag pro Einzelereignis bei Gleichwahrscheinlichkeit aller beobachteten Fassungen | relative Redundanz bei Berücksichtigung der Zahl der theoretisch möglichen Bewegungsformen |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| A <sub>01</sub>                                                                        | 8                                 | 3,00000                                                                                         | 94,4                                                                                       |
| A <sub>02</sub> , A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> ,<br>B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> | 7                                 | 2,80735                                                                                         | 94,8                                                                                       |
| C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub>                                                        | 6                                 | 2,58496                                                                                         | 95,2                                                                                       |

Tabelle 10

#### 4. Redundanz unter Berücksichtigung der verschiedenen Gewichtigkeit der empirischen Fassungen.

Geht man von der vereinfachenden Annahme der Gleichgewichtigkeit aller auftretenden Fassungen ab und bestimmt Ausnutzungsgrad und Redundanz für die quantitativ ausgewerteten Versuchsreihen auf Grund der Häufigkeit des Auftretens der verschiedenen Fassungen, so erhält man folgende Werte:

| Versuchsreihe                     | durchschnittlicher Informationsbetrag pro Einzelereignis unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Häufigkeit des Auftretens der verschiedenen Fassungen (s. Tab. 9) | relative Redundanz bei Berücksichtigung der Zahl der theoretisch möglichen Bewegungsformen |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| A <sub>01</sub>                   | 2,31913                                                                                                                                                                 | 95,5                                                                                       |
| A <sub>02</sub>                   | 2,43727                                                                                                                                                                 | 95,7                                                                                       |
| A <sub>1</sub>                    | 2,31720                                                                                                                                                                 | 95,7                                                                                       |
| A <sub>2</sub>                    | 2,32213                                                                                                                                                                 | 95,7                                                                                       |
| B <sub>1</sub>                    | 2,09425                                                                                                                                                                 | 96,1                                                                                       |
| B <sub>2</sub>                    | 2,27318                                                                                                                                                                 | 95,8                                                                                       |
| C <sub>1</sub> und C <sub>2</sub> | 1,78914                                                                                                                                                                 | 96,7                                                                                       |

Tabelle 11

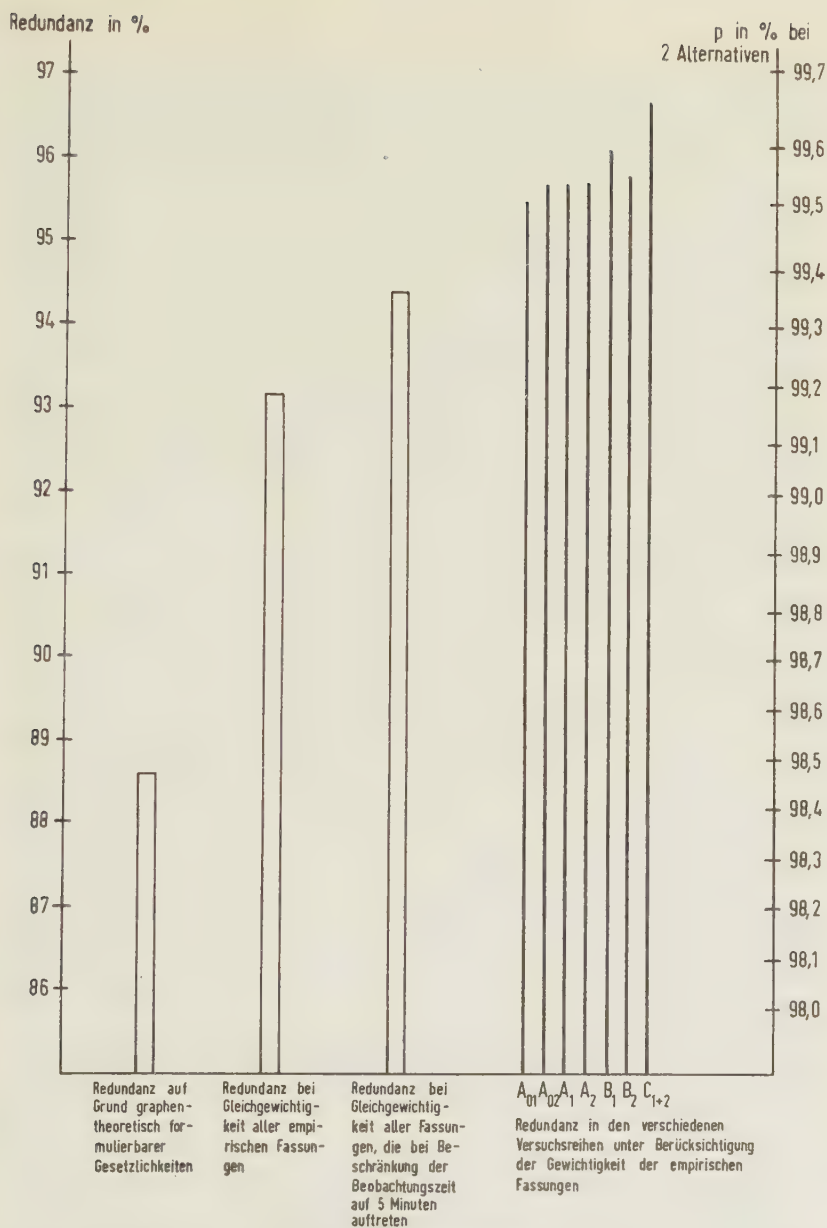


Abb. 14. Meßwerte für den Grad der Vorhersagbarkeit des Wahrnehmungsgeschehens. (Unter verschiedenen Voraussetzungen bei Berücksichtigung der Anzahl der theoretisch möglichen Bewegungsfassungen errechnet.)

## 5. Interpretation der informationstheoretischen Meßwerte.

In Abb. 14 sind die ermittelten Redundanzwerte in Form eines Säulendiagramms dargestellt. Die Ordinate ist doppelt eingezeichnet. Als Einheit sind im einen Fall Redundanzwerte, im anderen entsprechende Wahrscheinlichkeitswerte für die Verwirklichung einer von zwei Alternativen (Münzenbeispiel) verwendet (s. auch Abb. 4). Auf der Abzisse sind die Bedingungen angegeben, auf Grund deren ein bestimmtes Maß von Redundanz bzw. entsprechende Wahrscheinlichkeitsverhältnisse zu erwarten sind oder empirisch festgestellt wurden.

Die Redundanzwerte bzw. die zugeordneten, auf zwei Alternativen bezogenen, Wahrscheinlichkeitskomplemente ermöglichen folgende Feststellungen:

1. Alle Meßwerte liegen auf einem ungemein hohen Niveau. Der niedrigste Redundanzwert beträgt 88,6%. Es ergibt sich schon durch eine Kenntnis der von der Wahrnehmung bevorzugten graphentheoretischen Strukturen ein Grad von Vorhersagbarkeit des Geschehens, der dem beim Werfen mit einer Münze entspricht, die in 98,5% der Fälle „Kopf“- und nur in 1,5% der Fälle „Adler“-Würfe liefert.

2. Eine Reihe von Bewegungsformen, die kombinatorisch vorkommen könnte, wird auf Grund ungünstiger räumlicher Eigenschaften nicht verwirklicht. Dadurch ergibt sich ein Redundanzanstieg von 88,8 auf 93,2%, wenn man den Einfluß der speziellen räumlichen Beziehungen zwischen den Lichtern ebenfalls berücksichtigt. Die Einbeziehung dieser räumlichen Aspekte führt also zu einer Redundanzhöhung von 4,4%, entsprechend dem Übergang zu Wurfserien mit einer Münze, die anstelle von 98,5% 99,2% Kopfwürfe erzielt.

Verglichen mit dem ungemein hohen Grad von Festgelegtheit des Geschehens durch graphentheoretisch formulierbare Gesetzmäßigkeiten ist der Zuwachs an Vorhersagbarkeit auf Grund der Kenntnis der konkreten räumlichen Beziehungen recht gering<sup>30)</sup>.

Dabei ist zu beachten, daß dieses Maß an Vorhersagbarkeit unter Berücksichtigung auch derjenigen Phänomene abgeleitet wurde, die in den auf die Gewinnung differenzierter qualitativer Befunde zentrierten Versuchen beobachtet wurden. In diesen Versuchen wurde die Beobachtungszeit z. T. bis auf 20 Minuten ausgedehnt. Ferner nahmen wahrnehmungspsychologisch sehr erfahrene Vpn, in einer Reihe von Fällen mehrmals, an den Versuchen teil.

3. In den auf die Gewinnung quantitativer Daten abzielenden und auf 5 Minuten-Dauer begrenzten Versuchen wurden nicht alle überhaupt beobachteten Bewegungsformen wahrgenommen. Entsprechend ergeben sich höhere Redundanzbeträge.

Tab. 10 zeigt: Für Reihe A<sub>01</sub> errechnet sich unter der Annahme der Gleichgewichtigkeit aller Phänomene eine Redundanz von 94,4%. Für die Ver-

---

<sup>30)</sup> Diese Aussage ist nur für eine Betrachtung gültig, die die theoretisch möglichen Bewegungsformen einbezieht. Verbleibt man im Bereich der empirischen Phänomene, so erweisen sich die Gewichtigkeitsunterschiede zwischen ihnen im hohen Maße als durch räumliche Gesetzmäßigkeiten bedingt (s. S. 60 f.).

suchsreihen  $A_{02}$ ,  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $B_1$  und  $B_2$  erhält man, ebenfalls unter der Annahme der Gleichwahrscheinlichkeit aller unter diesen Bedingungen beobachteten Fassungen, eine Redundanz von 94,8%. Diese Redundanzbeträge entsprechen denen beim Werfen mit einer Münze, mit der man in etwa 99,4% der Fälle Kopfwürfe erzielt. Für die Reihen  $C_1$  und  $C_2$  erhält man eine Redundanz von 95,2%. Hier ist zum Vergleich an eine Münze zu denken, die bei 1000 Würfeln 995mal, also in 99,5% der Fälle, auf „Kopf“ fällt.

Stellt man diese Meßwerte für die Vorhersagbarkeit des Geschehens denen gegenüber, die unter Berücksichtigung aller überhaupt wahrgenommenen Fassungen resultieren, so zeigt sich, daß die Beschränkung der Beobachtungszeit auf fünf Minuten, die in den quantitativ ausgewerteten Versuchsreihen vorgenommen wurde, nur eine unwesentliche Erhöhung der Redundanz zur Folge hat. Sie entspricht dem Übergang vom Werfen mit einer Münze, die in 99,2% der Fälle eine bestimmte Alternative verwirklicht, zu einer, bei der dies in 99,4% der Fälle eintritt. Die Begünstigung einer bestimmten Bewegungsform (PR) durch die räumliche Anordnung (C) der Lichter führt zu einem weiteren minimalen Anstieg der Festgelegtheit des Geschehens, die im Münzenbeispiel einer Wahrscheinlichkeit von 99,5% für eine der beiden Möglichkeiten entspricht.

Als Faktor, von dem man eine Erhöhung der Redundanz erwarten könnte, kommt in den quantitativ ausgewerteten Versuchsreihen zudem nicht nur die Begrenzung der Beobachtungszeit auf fünf Minuten in Frage. Die Vpn waren darüber hinaus (vor allem in den Versuchsreihen  $A_{01}$  und  $A_{02}$ ) wahrnehmungspsychologisch vollkommen unerfahren und hielten die Phänomene für Realbewegungen, während die Vpn in den „qualitativen Versuchen“ durchweg die Subjektivität der (Umschlag-)Phänomene erkannten. Man könnte vermuten, daß die erlebte Subjektivität der Änderungen des Geschehens zu der Wahrnehmung einer größeren Anzahl von Fassungen und damit zu einer geringeren Festgelegtheit des Geschehens führt. Ferner waren die Vpn in den quantitativ ausgewerteten Versuchsreihen instruiert, die Phänomene so schnell wie möglich, d.h. bevor ein neuer Umschlag erfolgte, zu klassifizieren. Das könnte dazu führen, daß neu auftretende Phänomene soweit möglich in der Klassifizierung an schon bekannte angeglichen werden (z. B.  $vert_m$  oder  $vert_a$  an RR usw.). Auch dadurch könnte die Zahl der Phänomene in den auf quantitative Auswertung abgestimmten Versuchsreihen vermindert worden sein (s. dazu auch S. 33).

Um so beachtenswerter ist der geringe Unterschied der Redundanz zwischen den Gesamtbeobachtungen und denen der quantitativ ausgewerteten Versuchsreihen. Er spricht dafür, daß auch eine Veränderung der Beobachtungsbedingungen keine einschneidenden Änderungen in bezug auf den Grad der Festgelegtheit des Geschehens bewirken wird.

4. Berücksichtigt man die Gewichtigkeitsunterschiede, die zwischen den verschiedenen Fassungen festgestellt werden konnten, so ergibt sich (Abb. 14 und Tab. 11) ein weiterer Redundanzanstieg von etwa 1%. Die Redundanz beträgt dann zwischen 95,5 und 96,7%, womit ein Grad von Vorhersagbarkeit gegeben ist, der etwa dem beim Werfen mit einer Münze entspricht, die in 99,6% der Fälle Kopfwürfe liefert. Das Geschehen ist also durch Wahr-

nehmungsgesetzlichkeiten nahezu vollständig festgelegt, wenn man es mit der ungemein hohen Zahl von theoretischen Möglichkeiten vergleicht. Dabei ist der Beitrag, den die Gewichtigkeitsunterschiede zwischen den empirisch auftretenden Fassungen zu dieser Vorhersagbarkeit leisten, minimal, wenn er mit dem Ausmaß an Variabilität verglichen wird, das dadurch ausgeschaltet wird, daß die weitaus meisten Bewegungsformen gar nicht zur empirischen Verwirklichung zugelassen werden.

Wir können also zusammenfassend sagen: Trotz eindrucksmäßig beträchtlicher Variabilität des Wahrnehmungsgeschehens unter der Bedingung der Dauerdarbietung symmetrisch angeordneter, gleichartiger stroboskopischer Reize, die manche Autoren (NEUHAUS 1930, LEHMANN 1939, ERISMAN 1939) dazu führte, die Nichtvorhersagbarkeit der Wahrnehmungen zu betonen, zeigt sich eine Gesetzlichkeit des Geschehens, die an vollkommene Festlegung grenzt, wenn man die Zahl der auftretenden Phänomene auf die der theoretisch möglichen bezieht.

Der Organismus nutzt also die Komplexität der Reizgegebenheiten nur zu einem verschwindend geringen Bruchteil aus. Seine Reaktionen sind, wahrscheinlich schon auf peripherem Niveau (s. in unserem Zusammenhang vor allem MOTOKAWA und EBE 1953), in einem ungemein hohen Grad vorhersagbar. Die Gesetzlichkeiten wirken sich vor allem dahingehend aus, daß auch bei längerer Beobachtungszeit die weitaus meisten der theoretisch möglichen Bewegungsfassungen überhaupt nicht wahrgenommen werden und nur in geringem Maße darin, daß Gewichtigkeitsunterschiede innerhalb der Gruppe der beobachteten Bewegungen auftreten.

Ein theoretisch interessanter Befund ist ferner: Die Reduktion der ungemein hohen Zahl theoretisch möglicher Geschehensalternativen auf eine recht kleine Zahl empirisch verwirklichter kann zum weitaus überwiegenden Teil durch graphentheoretisch formulierbare Gesetzmäßigkeiten erklärt werden. Nur in sehr wenigen Fällen ist es notwendig, auf die im speziellen Fall vorliegenden räumlichen Beziehungen zwischen den Lichtern Bezug zu nehmen, um zu begründen, warum denkbare Bewegungsmöglichkeiten nicht wahrgenommen werden.

Es ist allerdings zu fragen, wieso in den bisherigen Untersuchungen über die Wahrnehmung von Identität der kombinatorische Gesichtspunkt so wenig hervorgehoben wurde<sup>31)</sup>. Dazu ist zu sagen:

1. Im Gesetz der „vollkommenen Angleichung“ bzw. der Tendenz zum „Aufgehen ohne Rest“ wurde im Anschluß an WERTHEIMER 1923 von v. SCHILLER 1933 und METZGER 1934 bereits ein Faktor aufgewiesen, der graphentheoretisch faßbar (Tendenz zur Vermeidung isolierter Punkte) und von der räumlichen Anordnung der Vorlagegegebenheiten prinzipiell unabhängig ist. Auch für unsere Befunde

---

<sup>31)</sup> Die Frage stellt sich nur im Bereich der Geschehenswahrnehmung. Bei der simultanen Raumwahrnehmung kann der (kombinatorische) Prägnanzfall, bei dem jede ausgegliederte Figur eine eigene Genidentitätsreihe konstituiert, verwirklicht werden, einerlei, welche Zusammenhangsbeziehungen zwischen verschiedenen Figuren gegeben sind.

spielte diese Gesetzmäßigkeit, wie verschiedentlich hervorgehoben wurde, eine wichtige Rolle. — 2. Für die Gewichtigkeitsunterschiede zwischen den empirischen Phänomenen erwiesen sich auch unter unseren Bedingungen die im jeweiligen Fall gegebenen räumlichen Beziehungen zwischen den Lichtern von ausschlaggebender Bedeutung (s. Kap. 1, §§ 2 und 3). Die Bedeutung des kombinatorischen Aspekts kann sich daher erst im wahren Ausmaß zeigen, wenn man in systematischer Weise empirische und theoretisch mögliche Fassungen gegenüberstellt. Das ist aber in den einschlägigen Untersuchungen mit Ausnahme der Arbeit von METZGER 1934 nicht geschehen. — 3. Der von uns hervorgehobene Befund konnte sich jedoch aus verschiedenen Gründen auch in der METZGER'schen Untersuchung nicht zeigen. Zunächst unterschied sich die Versuchsanordnung von METZGER in grundlegender Hinsicht von der unsrigen. Sie bestand aus Stäben, die in eine drehbare Scheibe eingesetzt und so angestrahlt wurden, daß ihre Schatten auf eine Mattglasscheibe fielen. Wurde die Scheibe in Rotation versetzt, so führten die Schatten der Stäbe auf der Mattglasscheibe Realbewegungen aus. Die Richtung dieser Bewegungen war durch die objektiven Bedingungen weitgehend festgelegt. Ein Vergleich des kombinatorischen Aspektes mit dem der Bewegungsrichtung in bezug auf ihre Bedeutung für die Verwirklichung der anschaulichen Identitätsbeziehungen ist auf Grund der METZGER'schen Versuche also gar nicht in der Form möglich wie bei uns. Gesetzmäßigkeiten wurden in erster Linie in Abhängigkeit von Unterschieden innerhalb der Vorlagegegebenheiten ermittelt (verschiedene Dicke der Stäbe, verschiedene Geschwindigkeit und Amplitude der Bewegungen etc.) und in Analogie zu den aus der Simultanwahrnehmung bekannten Gestaltgesetzen (Faktor der Gleichheit, der durchgehenden Kurve, der Symmetrie etc.) formuliert.

Insofern besteht für die METZGER'sche Untersuchung, wenn man trotz der oben angegebenen Verschiedenheit der Versuchsbedingungen Parallelen zu Untersuchungen mit stroboskopischen Alternativbewegungen ziehen will, eine stärkere Beziehung zu der Konzeption von v. SCHILLER, der ja ebenfalls seine Anordnungen planmäßig mit Hinblick auf die bereits bekannten Gestaltgesetzlichkeiten variierte. — Die weitgehende Übereinstimmung zwischen den für simultane Raumwahrnehmung und Geschehenswahrnehmung ermittelten Gesetzmäßigkeiten muß auf dem Hintergrund dieser analogen Konstruktion der Vorlagegegebenheiten gesehen werden.

In unserer Untersuchung wurde demgegenüber versucht, die verschiedenen Alternativen mit Hinblick auf bekannte Gestaltgesetzlichkeiten so gleichwertig wie möglich zu machen. Dies geschah einmal, indem eine symmetrische Vorlageanordnung gewählt wurde, bei der die räumlichen Beziehungen zwischen den verschiedenen Lichtern sich weitgehend entsprachen, zum anderen, indem bei der Analyse der verwirklichten und der theoretisch möglichen Geschehensformen ein Modell gewählt wurde, das metrische und Richtungsunterschiede eliminiert:

Gesetzmäßigkeiten, die sich (selbst) bei einer solchen Art des Vorgehens (noch) aufweisen lassen, sind plausibler Weise zum erheblichen Teil anderer Art als die, die sich bei Vorlagebedingungen, wie sie von v. SCHILLER und METZGER gewählt wurden, ableiten lassen.

Entscheidend ist aber vor allem, daß auf Grund der ausdrücklichen und impliziten Voraussetzungen, die METZGER bei der Bestimmung der Zahl der theoretischen Möglichkeiten macht, in unserem Sinne kombinatorische Gesetzlichkeiten gar nicht in Erscheinung treten können. M. setzt nämlich ausdrücklich (s. S. 23 a. a. O.) die Gültigkeit des Gesetzes vom „Aufgehen ohne Rest“ voraus und geht — ohne das ausdrücklich festzusetzen — davon aus, daß keine Teilungen oder Zusammenschlüsse

von Anschauungsgebilden auftreten. Sein System umfaßt also von vornherein nur kombinatorisch besonders prägnante Fälle von Genidentitätsbeziehungen, nämlich die 1 : 1-Zuordnung zeitlich getrennter Objekte.

Lediglich bei einführenden Überlegungen in Zusammenhang mit einer besonders einfachen Anordnung mit nur zwei Stäben zieht M. kombinatorisch weniger prägnante Fälle in Erwägung (s. a. a. O., S. 8 f.). Dort zeigt sich in Übereinstimmung mit unseren Überlegungen, daß die Zahl dieser weniger prägnanten Fälle ein Mehrfaches der Zahl der Möglichkeiten unter der Voraussetzung der 1 : 1-Zuordnung beträgt. — Im übrigen erscheint die Beschränkung auf die kombinatorisch besonders prägnanten Fälle, die METZGER bei den systematischen Überlegungen vornimmt, durchaus sinnvoll. Es kam unter den von ihm untersuchten Bedingungen nicht vor, daß Anschauungsgebilde „vergingen“ (entsprechend unserem Verschwinden am Ort) bzw. „neu entstanden“ (entsprechend unserem Erscheinen am Ort) oder sich teilten bzw. zusammenschlossen. Das System zur Ableitung der Zahl der möglichen Fälle war also einerseits umfassend genug, um alle empirischen Fälle einzuschließen, andererseits nicht unnötig weit angelegt (s. § 8, 2 f.).

Unter unseren Bedingungen kamen jedoch bestimmt geartete Fälle von Verschwinden und Neuentstehen sowie von Teilungen und Zusammenschlüssen der Anschauungsobjekte zweifelsfrei vor. Daher war es notwendig, bei den Überlegungen über die theoretisch möglichen Geschehensformen von allgemeineren Voraussetzungen auszugehen.

Daß bei METZGER „Neuentstehen“ und „Vergehen“ von Anschauungsgebilden nicht auftrat, bei unseren Versuchen aber doch, ist leicht zu erklären. Dadurch, daß M. mit Realbewegungen arbeitete, war objektiv ein kontinuierliches Geschehen gegeben. Es hätte einer erheblichen (und nicht recht begründeten) Gliederungsleistung bedurft, um das Geschehen in die Bewegung verschiedener Objekte zu zerlegen. Demgegenüber war unter unseren Bedingungen objektiv diskontinuierlicher Reizung die Bewegung eines identischen Gebildes überhaupt erst durch eine Integrationsleistung des Organismus von besonders hohem Grad zu verwirklichen. Wenn auch die Darbietungsverhältnisse eine derartige Integration begünstigten, so ist das gelegentliche Ausbleiben der Integrierung in einzelnen Bereichen des Reizgeschehens eher zu erwarten als die aktive Zerlegung eines kontinuierlichen Geschehens.

## **§ 8. Zur Gültigkeit der Befunde und Deutungen.**

### **1. Die experimentellen Bedingungen.**

Der weit überwiegende Teil der Redundanz des Geschehens konnte durch graphentheoretisch formulierbare Gesetzmäßigkeiten erklärt werden. Auf Grund dessen wurde wiederholt auf das Primat der abstrakt-kombinatorischen Gesetzmäßigkeiten vor denen, die auf die konkreten räumlichen Beziehungen zwischen den Vorlagegegebenheiten bezogen werden müssen, hingewiesen. Es ist jedoch zu betonen, daß sich diese Feststellung nur auf die Bevorzugungsverhältnisse innerhalb der Alternativen eines ununterbrochen fort dauernden Bewegungsgeschehens bezieht. Daß sich überhaupt ein solches Bewegungsgesche-

hen ausbildet, hängt selbstverständlich von den räumlich-zeitlichen Bedingungen ab (Darbietungsrate, Abstand der Lichter etc.). Ferner: die Ausgliederung der Bewegungsträger (anschauliche Lichtpunkte) aus dem Umfeld erfolgt u. a. auf Grund des Faktors der (Helligkeits-)Gleichheit und der Nähe. Auch hier sind die konkreten Vorlagebedingungen maßgebend.

Das Auftreten der untersuchten Phänomene ist also an spezielle Reizbedingungen gebunden. Dies nimmt den Befunden unserer Meinung nach jedoch nichts von ihrer allgemeinen Bedeutung für eine Charakterisierung der Struktur der Wahrnehmung. Die ermittelten Gesetzmäßigkeiten erweisen autochthone Reaktionsbereitschaften des Organismus von ganz bestimmter Art. Die Breite des Bedingungsraums, innerhalb dessen diese Reaktionsbereitschaften aktualisiert werden, müßte näher untersucht werden, ist jedoch theoretisch von sekundärer Bedeutung.

Auch die Gültigkeit der Befunde über bevorzugt verwirklichte Alternativen kann natürlich nur für den untersuchten Bereich behauptet werden.

Außer den objektiven Bedingungen (Darbietungsrate und Beschaffenheit der Lichter, Beobachtungsabstand und Winkel, Beobachtungszeit etc.) scheint uns die Beobachtungseinstellung in diesem Zusammenhang von besonderer Bedeutung. Unsere Vpn beobachteten, wie durch die Instruktion nahegelegt und durch Exploration überprüft wurde, durchweg mit einer Einstellung, die der natürlichen Wahrnehmung gleichkam. (Dies gilt in besonders hohem Maße für die Vpn der Reihen A<sub>01</sub> und A<sub>02</sub>, die Realbewegungen vor sich zu haben glaubten.) Inwieweit die Ergebnisse anders ausfallen, wenn die Vpn die Verwirklichung bestimmter Bewegungsformen zu fördern oder zu hemmen suchen, stellt ein weiteres Forschungsproblem dar.

Unserer Meinung nach sind jedoch keine einschneidenden Änderungen durch Willküreinstellung erreichbar. Dafür sprechen u. a. die Ergebnisse einiger Selbstversuche und viele allgemeinere wahrnehmungspsychologische Befunde. (Siehe dazu etwa METZGER 1954, S. 106 ff.)

## 2. Das Modell der theoretisch möglichen Bewegungsformen.

Wir versuchten, das Modell, das die Ableitung der Anzahl der möglichen Bewegungsformen gestatten sollte, den in Frage stehenden Wahrnehmungssachverhalten möglichst isomorph zu gestalten. Die wichtigsten Überlegungen, die uns dabei leiteten, sind im folgenden noch einmal zusammengestellt.

### a) Ausgangsüberlegungen.

Es schien uns der einzig gangbare Weg zu sein, bei der Ableitung der Zahl der möglichen Bewegungsformen von den möglichen bewegungskonstituierenden Zuordnungen zwischen je zwei sukzessiven Lichtern als kombinatorischen Elementen auszugehen.

Das Modell wurde dabei von vornherein nicht auf Erfassung von Fällen angelegt, die unter unseren Bedingungen nicht auftraten und über deren Auf-

treten unter ähnlichen Bedingungen (unseres Wissens) in der Literatur nirgendwo berichtet wird.

Es wäre z. B. möglich gewesen vorzusehen, daß, graphentheoretisch gesprochen, zwei Punkte durch mehr als eine Kante verbunden sein können. Damit hätte ein Phänomen dargestellt werden können, bei dem von der Position, in der ein Licht a aufleuchtet und erlischt, sich mehrere Objekte in eine Position, in der ein Licht b dargeboten wird, bewegen. Phänomene dieser Art sind nicht undenkbar, jedoch kommen sie empirisch nicht vor.

Ebenso wenig kommen stroboskopische Phänomene vor, bei denen der erste Lichtpunkt sich teilt und ein Teil am Ort verschwindet, während der andere sich zu der Stelle hin bewegt, an der das zweite Licht exponiert wird usw.

b) *Berücksichtigung der Möglichkeit von Teilungsphänomenen.*

Punktteilungen, bei denen sich ein Teil der anschaulichen Gegebenheit zur Position eines, der andere Teil zur Position eines anderen, sukzessiv dargebotenen Lichtes bewegte, kamen vor (TS-Phänomen). Dementsprechend wurde die Möglichkeit derartiger Punktteilungen im Modell vorgesehen. Gleichfalls vorgesehen wurde die Möglichkeit der Dreiteilung von Lichtpunkten. Denn obschon derartige Phänomene unter unseren Bedingungen nicht auftraten, ist doch aus Versuchen mit etwas abgewandelten Bedingungen bekannt, daß es Phänomene, bei denen sich eine Gegebenheit in drei oder mehr Teile spaltet, durchaus gibt (s. S. 76 f.). Das Nichtvorkommen derartiger Teilungen unter unseren Bedingungen weist also auf eine spezielle Gesetzmäßigkeit hin, deren Wirkungsweise das verwendete Modell sichtbar machen sollte.

c) *An Ort verschwindende bzw. erscheinende Gegebenheiten.*

Da unter unseren Bedingungen zweifelsfrei auch Phänomene auftraten, bei denen nicht alle Lichtpunkte am Bewegungsgeschehen teilnahmen (vgl. auch LEHMANN 1939), wurden derartige Fälle bei der Ableitung der theoretisch möglichen Phänomene einbezogen.

d) *Anzahl der Phasen eines anschaulichen Geschehensabschnittes.*

In unseren Versuchen traten zweiphasige, vierphasige und sechsphasige Bewegungsphänomene auf. Bei der Berechnung der Zahl der theoretisch möglichen Bewegungsformen bezogen wir einphasige, dreiphasige und fünfphasige Bewegungsabläufe mit ein, da unserer Meinung nach die Verwirklichung komplex aufgebauter Verläufe die Berücksichtigung karger aufgebauter Bewegungsformen als theoretisch möglich erfordert.

Wir leiteten die Gesamtzahl der theoretischen Bewegungsmöglichkeiten als Summe der ein- bis sechsphasigen Verlaufsmöglichkeiten ab. Man könnte gegen dieses Verfahren einwenden, daß in den möglichen sechsphasigen Ge-

schehensformen alle weniger komplexen Bewegungen enthalten sind, da sie jeweils die ersten fünf, vier, drei usw. Bewegungsschritte einer sechsphasigen Bewegungsform darstellen.

Demgegenüber erschien es uns als etwas grundlegend Anderes, ob etwa zwei aufeinander folgende Bewegungsschritte einen selbständigen Geschehensabschnitt konstituieren, der die sich wiederholende Einheit eines fortlaufenden Geschehens bildet, oder ob diese beiden Bewegungsschritte Teile eines aus sechs Phasen bestehenden Geschehensabschnittes sind, der seinerseits die sich wiederholende Einheit eines fortlaufenden Bewegungsgeschehens darstellt.

Für die Gültigkeit der Redundanzwerte haben diese Fragen keine große Bedeutung. Die Größenordnung der Zahl der theoretisch möglichen Bewegungsformen wird durch den Summanden  $511^6$  allein bereits entscheidend festgelegt. Im Bereich unserer Rechengenauigkeit ändern sich die Redundanzwerte nur unwesentlich, wenn man von  $511^6$  anstatt von  $511 + 511^2 + 511^3 + 511^4 + 511^5 + 511^6$  möglichen Bewegungsformen ausgeht.

Komplexere als sechsphasige Verläufe kamen empirisch nicht vor und wurden daher im Modell nicht berücksichtigt.

#### e) *Berücksichtigung phänomenologischer Varianten.*

Es wurde nicht versucht, in der Berücksichtigung phänomenologischer Aspekte bei der Ableitung des Modells weiter zu gehen, als es bei der quantitativen Auswertung der Versuche geschah. Z. B. wäre möglich gewesen, die Struktur, in der die simultan gegebenen Lichtpunkte erschienen, in der formalen Darstellung durch Zuordnungskonstellationen zu erfassen. Man hätte etwa durch einen entsprechenden Index angeben können, ob die simultan erscheinenden Lichtpunkte als selbständige Einzelfiguren oder im figuralen Verband gesehen werden. Ein zusätzlicher Index hätte im Fall der Wahrnehmung etwa eines Dreiecks die Rolleneigenschaft („Dreiecksspitze“, „Basispunkt“ etc.) jedes Lichtpunktes markieren können. Ebenso hätte berücksichtigt werden können, welche Lichter die „Normallage“ der anschaulichen Gegebenheiten konstituieren usw. Bei Berücksichtigung derartiger phänomenologischer Feinheiten wäre man auf eine weit größere Zahl möglicher Bewegungsformen gekommen.

#### f) *Folgerungen.*

Wie man aus den obigen Ausführungen entnehmen kann, waren wir bemüht, das Modell so umfassend wie für die Einbeziehung aller empirischen Fälle und für das Sichtbarwerden wichtiger Gesetzmäßigkeiten nötig, andererseits aber so eng umrissen wie möglich zu gestalten. Es zeigte sich, daß auch andere Ausgestaltungen des Systems denkbar sind als die, für die wir uns, als die nach unserer Meinung der Struktur des Problems angemessenste, entschieden haben. Daher sind die ermittelten quantitativen Kennwerte für

den Gesetzlichkeitsgrad des Wahrnehmungsgeschehens auf das zur Ermittlung der Anzahl der theoretisch möglichen Bewegungsformen verwendete Modell zu beziehen. Die Aussage kann nur lauten: Bezogen auf die hier betrachtete Mannigfaltigkeit theoretischer Möglichkeiten ist das Wahrnehmungsverhalten durch die ermittelten Ausnutzungs- bzw. Redundanzwerte zu kennzeichnen. Bei einer anderen Ausgestaltung des Modells käme man unter Umständen zu etwas abweichenden quantitativen Werten. Aus der bisherigen Darstellung dürfte jedoch zu entnehmen sein, daß der Grundtrend der Feststellungen bei der Verwendung jedes, den auftretenden Phänomenen einigermaßen affinen, Modells gültig bleibt.

## Zusammenfassung.

Die Untersuchung beschäftigte sich mit der Frage, welche Phänomene auftreten, wenn man unter Bedingungen, die zur Wahrnehmung stroboskopischer Bewegung führen, sukzessiv nicht zwei einzelne Lichter, sondern zwei Gruppen von solchen darbietet (s. S. 9 f.). Speziell interessierte die Frage, ob die Wahrnehmung bei pausenlos periodisch wiederholter Darbietung symmetrischer Anordnungen gleichartiger Lichtpunkte bestimmte Bewegungsfassungen bevorzugt verwirklicht, d. h. ob das Wahrnehmungsgeschehen unter derartigen Bedingungen gesetzlich und (im statistischen Sinne) vorhersagbar ist oder nicht (s. S. 10 ff.).

Mit Hilfe einer Glimmlämpchenapparatur (I, § 1) wurden zwei Gruppen von Lichtpunkten ohne Zwischenpause alternierend dargeboten. (Topologische Anordnung s. Abb. I.)

Variiert wurde die metrische Anordnung der Lichter in den Varianten A, B und C (s. Abb. IIa—c). An den Versuchen nahmen, z. T. mehrfach, Vpn mit unterschiedlicher wahrnehmungspsychologischer Erfahrung teil (I, § 2). Die Vpn wurden gebeten, über ihre Beobachtungen fortlaufend zu berichten und etwaige Änderungen der Phänomene sofort anzusagen. Die Aussagen wurden während des Versuchs auf Tonband aufgenommen (I, § 3). Die Tonbandaufnahmen ermöglichten es festzustellen, welche Bewegungsfassungen die Vpn während der Beobachtungszeit wahrnahmen, wie oft Umschläge erfolgten und wie häufig bzw. mit welchem Zeitanteil die verschiedenen auftretenden Fassungen verwirklicht wurden (I, § 4).

Es erwies sich als angezeigt, die auftretenden Bewegungsphänomene auf Grund der sie konstituierenden Zuordnungen von Lichtern zu klassifizieren, da diesen Zuordnungskonstellationen das entscheidende Gewicht für die Charakterisierung der Phänomene zukommt (II, Kap. 1, §§ 1,3).

Insgesamt wurden 13 Bewegungsformen wahrgenommen, die sich hinsichtlich der bewegungskonstituierenden Zuordnungen unterschieden (s. Abb. IIIa—m).

Innerhalb der 13 Grundbewegungsformen ergab sich jedoch eine Reihe von phänomenologischen Varianten, deren Eigenarten, wie sich bei der Beschreibung der Phänomene (II, Kap. 1, § 2) erwies, durch die Angabe der bewegungskonstituierenden Punktzuordnungen nicht erfaßt werden konnten. Die für die Charakterisierung der Phänomene relevanten Gesichtspunkte wurden abgeleitet (II, Kap. 1, § 4,1). Feststellungen über wahrnehmungsmäßige Bevorzugen bestimmter unter diesen Gesichtspunkten erfassbarer

phänomenaler Varianten gestatteten erste Schlüsse auf Wahrnehmungsgesetzmäßigkeiten (II, Kap. 1, § 4; 2,3).

In den quantitativ ausgewerteten Versuchsreihen, in denen die Beobachtungszeit auf fünf Minuten begrenzt war, wurden insgesamt acht hinsichtlich der bewegungskonstituierenden Zuordnungen der Lichter unterschiedene Bewegungsfassungen wahrgenommen (s. Abb. IIIa—d und f—i). Die Durchschnittswerte pro Vp betrugen bei A- und B-Anordnung der Lichter im Erstversuch 3,9 bzw. 3,8 verschiedene Fassungen. Die Anzahl der Umschläge lag zwischen 9,6 und 12,4. Bei C-Anordnung der Lichter war eine bestimmte Bewegungsfassung vor den übrigen stark begünstigt. Die Variabilität des Geschehens war entsprechend geringer. Im Durchschnitt wurden im Erstversuch 2,2 verschiedene Fassungen und 2,2 Umschläge wahrgenommen (II, Kap. 2, § 1). Bei Versuchswiederholung steigt die Zahl der Umschläge in der Regel an (III, Kap. 1, § 7).

Als Maße für die Gewichtigkeit der verschiedenen Fassungen wurden u. a. relative Häufigkeit des Auftretens und Zeitanteil einer Fassung an der Gesamtbeobachtungszeit bestimmt (II, Kap. 2, § 2, 2). Bei A- und B-Anordnung der Lichter entfallen auf vier bevorzugte (RR, PR, PL, TS, s. Abb. IIIa—c und g) von insgesamt acht beobachteten Fassungen über 85% bzw. über 90% der Gesamtbewegungszeit. Bei C-Anordnung nimmt eine einzige Bewegungsform (PR, s. Abb. IIIb) allein über 85% der Beobachtungszeit in Anspruch (Tab. 4 S. 47). Die Beliebigkeitsthese kann demnach zweifelsfrei zurückgewiesen werden (III, Kap. 1, § 2,2; § 3,1). Der Grad von Gesetzmäßigkeit bzw. Vorhersagbarkeit des Geschehens entspricht, wie eine informationstheoretische Auswertung erwies, dem beim Werfen mit einer (präparierten) Münze, die in etwa 75% (Anordnungen A und B) bzw. in über 80% (Anordnung C) der Fälle eine bestimmte der beiden möglichen Alternativen verwirklicht (III, Kap. 1, § 5).

Versuchswiederholung, synchrone akustische Reizung und Unterschiede in der wahrnehmungspsychologischen Schulung der Vpn modifizieren die Befunde nur geringfügig (III, Kap. 1, §§ 6, 7).

Die Gewichtigkeitsunterschiede zwischen den empirischen Bewegungsfassungen lassen sich auf folgende Tendenzen zurückführen: 1. Bevorzugung der kürzeren Bewegungsbahn, 2. Bevorzugung von Fassungen, bei denen die Gesamtgestalt der Bewegungsbahnen einen hohen Prägnanzgrad aufweist (Bewegung in den Hauptraumrichtungen, auf parallelen Bahnen, Integration der Bewegungen der Punkte zu einem einfachen, einheitlichen Gesamtvorgang, Symmetrie der Bewegungsgestalt), 3. Bevorzugung von Bewegungsformen, bei denen die Einheit der ausgegliederten Anschauungsobjekte erhalten bleibt, 4. Bevorzugung von Bewegungsformen, bei denen die Beziehung anschaulicher Genidentität auf Paare von Lichtern beschränkt ist (III, Kap. 1, § 4).

Empirisch verwirklichte und theoretisch mögliche Geschehensformen lassen sich mit graphentheoretischen Mitteln formal darstellen. Gesetzmäßig-

keiten, die dabei sichtbar werden, sind unabhängig von der speziellen räumlichen Anordnung der Vorlagegegebenheiten (III, Kap. 2, §§ 1–2). Es werden nur Phänomene verwirklicht, deren kombinatorische Struktur durch besonders einfache Spezialfälle von Kantenfolgen zu charakterisieren ist, nämlich durch Ketten oder Zyklen. Es ergab sich ferner das Gesetz der räumlichen Stetigkeit der Bewegungen und das der zeitlichen Symmetrie (der kombinatorischen Struktur) des Geschehens. Geschehensformen, die einem möglichst einfachen System restloser Genidentitätsbeziehungen entsprechen, sind bevorzugt. Phänomene, bei denen restlose Genidentität nur zwischen zwei Gruppen anschaulicher Gegebenheiten verwirklicht werden kann, kommen nicht vor (III, Kap. 2, § 3).

Bei einer Gegenüberstellung empirischer und theoretisch möglicher Bewegungsformen kann die graphentheoretische Betrachtungsweise jedoch nicht alle Fragen klären, da durch sie die konkreten räumlichen Beziehungen zwischen den Vorlagelichtern nicht erfaßt werden (III, Kap. 2, § 4). Wir leiteten daher ein kombinatorisches System ab, innerhalb dessen auch die spezielle räumliche Anordnung der Lichter berücksichtigt wurde (III, Kap. 2, § 5) und ermittelten mit Hilfe dieses Modells unter bestimmten Voraussetzungen (III, Kap. 2, § 8,2) die Anzahl der theoretisch möglichen Bewegungsformen (III, Kap. 2, § 6). Die Zahl der theoretisch möglichen Bewegungsformen liegt bei  $1,78 \cdot 10^{16}$ .

Man kann nachweisen, daß nur 72 Bewegungsformen aus dieser ungemein hohen Zahl die kombinatorisch-graphentheoretischen Voraussetzungen für eine wahrnehmungsmäßige Verwirklichung erfüllen; demnach führen graphentheoretisch formulierbare Gesetzmäßigkeiten zu einer ungemein starken Einengung der Geschehensfreiheit. Nimmt man der Einfachheit halber an, daß die 72 Bewegungsformen, die die graphentheoretischen Voraussetzungen für eine wahrnehmungsmäßige Verwirklichung erfüllen, gleiche Wahrscheinlichkeit haben, empirisch aufzutreten, so kommt man bei Verwendung informationstheoretischer Meßwerte auf einen Ausnutzungsgrad der theoretischen Geschehensmöglichkeiten von 11,4% bzw. auf eine Redundanz von 88,6% (III, Kap. 2, § 7,2). Der damit gegebene Grad von Vorhersagbarkeit des Wahrnehmungsgeschehens auf Grund graphentheoretisch formulierbarer Gesetzmäßigkeiten entspricht dem beim Werfen mit einer Münze, die in 98,5% der Fälle „Kopf“- und nur in 1,5% der Fälle „Adler“-Würfe liefert (III, Kap. 2, § 7,5).

Die speziellen räumlichen Beziehungen zwischen den Vorlagelichtern ebenso wie die Begrenzung der Beobachtungszeit auf fünf Minuten sowie die Berücksichtigung der verschiedenen Wichtigkeit der auftretenden Phänomene führen zu einem weiteren Anstieg der Redundanzwerte, bei Anordnung C bis zu 96,7%, entsprechend einer Münze, die in 99,6% der Würfe „Kopf“ zeigt (III, Kap. 2, § 7, 3–5).

Gegenüber einer nur vom Zufall bestimmten Verwirklichung der Vielzahl der theoretisch möglichen Bewegungsformen zeigt sich also ein Grad von

Gesetzlichkeit des Wahrnehmungsgeschehens, der an vollkommene Festgelegt-  
heit grenzt. Die Gesetzlichkeiten, die die Wahrnehmung bestimmen, äußern  
sich, wie sich aus den unter den verschiedenen Voraussetzungen errechneten  
Redundanzwerten ableiten läßt, vor allem dadurch, daß der überwiegende  
Teil der theoretisch möglichen Bewegungsformen, in erster Linie auf Grund  
graphentheoretisch formulierbarer Gesetzlichkeiten, erst in zweiter Linie auf  
Grund der speziellen räumlichen Beziehungen zwischen den Lichtern, gar  
nicht erst zur wahrnehmungsmäßigen Verwirklichung zugelassen wird und  
nur zu einem sehr geringen Grade darin, daß Gewichtigkeitsunterschiede  
innerhalb der empirisch verwirklichten Fassungen auftreten.

## Literaturverzeichnis.

- AMMONS, CH. und WEITZ, J.: Central and peripheral factors in the phi-phenomenon. *J. Exp. Psychol.* 42, 1951.
- ATTNEAVE, F.: Applications of Information Theory to Psychology. A Summary of Basic Concepts, Methods, and Results, New York, 1959.
- ATTNEAVE, F.: Informationstheorie in der Psychologie. Grundbegriffe, Techniken, Ergebnisse. Bern u. Stuttgart, 1965.
- BARTLEY, S. H. und MILLER, J. W.: Some circumstances surrounding apparent movement in the line of regard, *Journ. Psychol.* 38, 1954.
- BECKER, J. und RAUSCH, E.: Visuelle Gebilde mit koordinierten Gliedern, *Acta Psychologica* 8, 1951/52.
- BOSINELLI, M., CANESTRARI, R. und MINGUZZI, G. F.: Beitrag zum Problem der gekreuzten und ungekreuzten Bewegungen, *Psychol. Beiträge* 5, 1960.
- BRENNER, M. W.: Continuous stimulation and apparent movement, *Am. J. Psychol.* 66, 1953.
- BRENNER, M. W.: The effects of brain damage on the perception of apparent movement, *J. Pers.* 25, 1956a.
- BRENNER, M. W.: The effect of meaning on the perception of apparent movement, *J. nat. Inst. personn. Res.* 6, 1956b.
- CHRISTMAN, R. J.: Figural after-effects utilizing apparent movement as inspection-figure, *Am. J. Psychol.* 66, 1953.
- DEATHERAGE, B. H. und BITTERMANN, M. F.: The effect of satiation on stroboscopic movement, *Am. J. Psychol.* 65, 1952.
- EHRENSTEIN, W.: Untersuchungen über Bewegungs- und Gestalt-Wahrnehmung. 5. Mitteilung: Versuche über Bewegungssehen ohne Dunkelpause, *Z. Psychol.* 144, 1938.
- ERISMAN, TH.: Wahrnehmungslehre und Scheinbewegung. 1. Teil: Wesen und Entstehung der Scheinbewegung, betrachtet und erklärt im Lichte einer Wahrnehmungstheorie, *A.f.P.* 100, 1938.
- ERISMAN, TH.: Wahrnehmungslehre und Scheinbewegung, *A.f.P.* 102, 1939.
- FISCHER, H.: Gruppenstruktur und Leistung, Bern 1962.
- FISICHELLI, V. R.: Effect of rotational axis and dimensional variations on the reversals of apparent movement in Lissajous figures, *Am. J. Psychol.* 59, 1946.
- FISICHELLI, V. R. und MISIAK, H.: Critical flicker frequency and the reversals of apparent movement in Lissajous figures, *Am. J. Psychol.* 60, 1947.
- GENERELLI, J. A.: Apparent movement in relation to homonymous and heteronymous stimulation of cerebral hemispheres, *Am. Psychol.* 1, 1946.
- GENERELLI, J. A.: Apparent movement in relation to homonymous and heteronymous stimulation of cerebral hemispheres, *J. Exp. Psychol.* 38, 1948.
- GLANZER, M. und GLASER, R.: Techniques for the study of group structure and behavior: II Empirical studies of the effects of structure in small groups, *Psychol. Bull.* 58, 1961.

- GUTTMANN, G. und KRANNER, H.: Verfahren zur Registrierung von Ereignisfolgen und Berechnung ihres Ordnungsgrades, Z. exp. angew. Psychol. VII, 1960.
- HARARY, F. und NORMAN, R. Z.: Graph theory as a mathematical model in social science, Ann Arbor, 1953.
- HERRMANN, TH.: Über Urteils Konkordanz und Urteilsnuanciertheit, Z. exp. angew. Psychol. VII, 1960.
- HERRMANN, TH.: Informationstheoretische Modelle zur Darstellung der kognitiven Ordnung, in: Handbuch der Psychologie, Bd. 1, Allgemeine Psychologie, 2. Halbband, Göttingen, 1964.
- HOETH, F.: Bevorzugte Richtungen bei stroboskopischen Alternativbewegungen, Psychol. Beitr. 1967.
- HOETH, F. und BRÜNING, J.: Stroboskopische Bewegung und Sättigung, Ber. 25. Kongr. d. Dtsch. Ges. f. Psychol., Münster 1967.
- HOVLAND, C. I.: Apparent movement, Psychol. Bull. 32, 1935.
- HUMPHREY, G.: Parallels between the conditioned reflex and the phi-phenomenon, Bull. Can. Psych. Ass. 6, 1946.
- HUMPHREY, G.: Parallelen zwischen dem bedingten Reflex und dem Phi-Phänomen, Psychol. Beitr. 2, 1955.
- JONES, E. E. und BRUNER, J. S.: Expectancy in apparent movement, J. Brit. Psychol. 45, 1954.
- KÖHLER, W.: Die physischen Gestalten in Ruhe und im stationären Zustand, Braunschweig, 1920.
- KÖHLER, W.: Psychologische Probleme, Berlin, 1933.
- KÖHLER, W.: Dynamics in Psychology, New York, 1940.
- KÖNIG, D.: Theorie der endlichen und unendlichen Graphen, New York, 1950.
- KOFFKA, K.: Die Wahrnehmung von Bewegung, in: Hdb. d. norm. u. pathol. Physiol., her. v. BETHE u. a., 1931.
- KÜHNE, CHR.: Zusammenhänge zwischen der Wahrnehmung stroboskopischer Alternativbewegungen und Persönlichkeitseigenschaften, Unveröffentl. Semesterarbeit I, Psychol. Institut Frankfurt/Main, 1964.
- LEHMANN, H.: Wesen und Entstehung der Scheinbewegung im Lichte neuer Versuche, A. f. P. 102, 1939.
- LEWIN, K.: Der Begriff der Genese in Physik, Biologie und Entwicklungsgeschichte, Berlin 1922.
- LIENERT, G. A.: Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik, Meisenheim, 1962.
- LINKE, P. F.: Die stroboskopischen Täuschungen und das Problem des Sehens von Bewegungen, Psychol. Stud. 3, 1907.
- LIVSON, N. H.: After effects of prolonged inspection of apparent movement, Am. J. Psychol. 66, 1953.
- MAASS, H.: Über den Einfluß akustischer Rhythmen auf optische Bewegungsgestalten, in: Ganzheit und Gestalt, her. von F. SANDER, A.f.P. 100, 1938.
- METZGER, W.: Beobachtungen über phänomenale Identität, PsyFo 19, 1934.
- METZGER, W.: Gesetze des Sehens, Frankfurt/Main, 1953.
- METZGER, W.: Psychologie, Darmstadt, 1954.
- METZGER, W.: Ergänzende Beobachtungen über Gestaltfaktoren für Bewegungsverläufe, Psychol. Beitr. 6, 1962.
- MEYER-EPPLER, W.: Grundlagen und Anwendungen der Informationstheorie, Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1959.
- MILES, W. R.: Ambiguous patterns of apparent movement, Psychol. Bull. 30, 1933.

- MITTENECKER, E.: Die informationstheoretische Auswertung des Zeigerversuchs bei Psychotikern und Neurotikern, *Z. exp. angew. Psychol.* VII, 1960.
- MOTOKAVA, K. und EBE, M.: The Physiological mechanism of apparent movement, *J. exp. Psychol.* 45, 1953.
- MÜLLER, K.: Der Aufbau figural-optischer Phänomene bei sukzessiver Reizung, Frankfurt/Main, 1963.
- MÜLLER, K.: Denken und Lernen als Organisieren, *Hdb. d. Psychol.*, Bd. 1, 2. Halbband, Göttingen, 1964.
- MULDER, M.: Group-structure and group-performance, *Acta Psychol.* 16, 1959.
- MULDER, M.: Power and Satisfaction in task-oriented groups, *Acta Psychol.* 16, 1959.
- NEUHAUS, W.: Experimentelle Untersuchung der Scheinbewegung, *A. f. P.* 75, 1930.
- PHILIP, B. R. und FISICHELLI, V. R.: The effect of speed of rotation and complexity of pattern on the reversals of apparent movement in Lissajous figures, *Am. J. Psychol.* 58, 1945.
- QUASTLER, H.: Information theory in psychology. Problems and methods, Glencoe, 1955.
- RASHEWSKY, N.: Life, information theory and topology, *Bull. math. Biophysics* 17, 1955.
- RAUSCH, E.: Variabilität und Konstanz als phänomenologische Kategorien, *PsyFo* 23, 1949.
- RAUSCH, E.: Zur Phänomenologie figural-optischer Dynamik, *PsyFo* 23, 1950a.
- RAUSCH, E.: Zum Problem der Ähnlichkeit, *PsyFo* 23, 1950b.
- RAUSCH, E.: Struktur und Metrik figural-optischer Wahrnehmung, Frankfurt/Main, 1952a.
- RAUSCH, E.: Zum Ganzheitsproblem in der Psychologie des Denkens, *Stud. Gen.*, 1952b.
- RAUSCH, E.: Eine stroboskopische Versuchsapparatur, *Psychol. Beitr.* 4, 1960.
- RAUSCH, E.: Über optisch wahrgenommene Singularitätsverlagerung, *Psychol. Beitr.* 6, 1962.
- RAUSCH, E.: Über den Begriff der Sinnesreizung und seine Nachbarn. Berichte über den Kongr. d. Dtsch. Ges. f. Psychol., Wien 1964.
- RAUSCH, E.: Das Eigenschaftsproblem in der Gestalttheorie der Wahrnehmung, *Hdb. d. Psychol.*, Bd. 1, 1. Halbband, Göttingen, 1966.
- REICHENBERG, N.: Apparent motions as a function of instruction, form and rate of stimulation (Abstr. 17, 2317), *Diss. Abstr.*, 1957.
- SAUCER, R. T.: The effect of rate and energy upon the perception of apparent movement, *Diss. Abstr. Univ. Florida*, 1954.
- v. SCHILLER, P.: Stroboskopische Alternativbewegungen, *Psychol. Forsch.* 17, 1933.
- SHAPIRO, M. B.: A preliminary investigation of the effects of continuous stimulation on the perception of apparent motion, *J. Brit. Psychol.* 45, 1954.
- SHIPLEY, W. C., KENNEY, F. A., KING, M. E.: Beta apparent movement under binocular, monocular and interocular stimulation, *Am. J. Psychol.* 48, 1945.
- SEGEL, S.: *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*, New York, 1956.
- SMITH, K. R.: Visual apparent movement in the absence of neural interaction, *Am. J. Psychol.* 61, 1948.
- SMITH, W. M.: Sensivity to apparent movement in depth as a function of "property of movement", *J. Exp. Psychol.* 42, 1951.

- SPILLMANN, L.: Zur Feldorganisation der visuellen Wahrnehmung. Vortrag 6. Tagung Experimentell arb. Psychol., Göttingen, 1964.
- SQUIRES, P. C.: Apparent movement, Psychol. Bull. 25, 1928.
- TERNUS, J.: Experimentelle Untersuchungen über phänomenale Identität, Psychol. Forsch. VII, 1926.
- TEUBER, H. L. und BENDER, M. B.: Changes in visual perception of flicker, apparent motion and real motion after cerebral lesion, Am. Psychologist 3, 1948.
- TEUBER, H. L. und BENDER, M. B.: Disturbances in visual perception following cerebral lesions, Am. Psychologist 4, 1949.
- TEUBER, H. L. und BENDER, M. B.: Perception of apparent movement across acquired scotoma in the visual field (abstr.), Am. Psychologist 5, 1950.
- TRUCCO, E.: A note on the information content of graphs, Bull. math. Biophysics 18, 1956.
- WEISSKRANTZ, L.: Figural after-effects in stroboscopic motion, Quart. J. exp. Psychol. 2, 1950.
- WERNER, H. und THUMA, B. D.: A disturbance in the perception of apparent motion in brain-injured children, Psychol. Bull. 38, 1941.
- WERNER, H. und THUMA, B. D.: A deficiency in the perception of apparent motion in children with brain-injury, Am. J. Psychol. 55, 1942.
- WERTHEIMER, M.: Experimentelle Studien über das Sehen von Bewegung, Z. Psychol. 61, 1912.
- WERTHEIMER, M.: Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt, PsyFo 4, 1923.
- WIEGAND, K.: Stroboskopische Versuche mit drei gradlinig angeordneten Lichtreizen, Diss., Frankfurt/Main, 1935.
- ZEEMANN, W. P. C. und ROELOFFS, C. O.: Some aspects of apparent motion, Acta Psychol. 9, 1953.

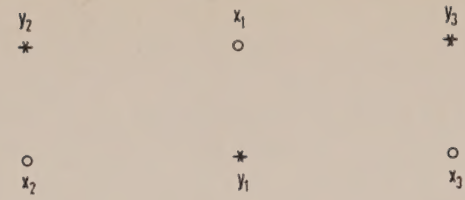


Abb. I. Topologische Struktur der Lichteranordnung. — Hier wie bei den übrigen Abbildungen bezeichnen die Kreise die Lichter der einen, die Sterne die der anderen Exposition.

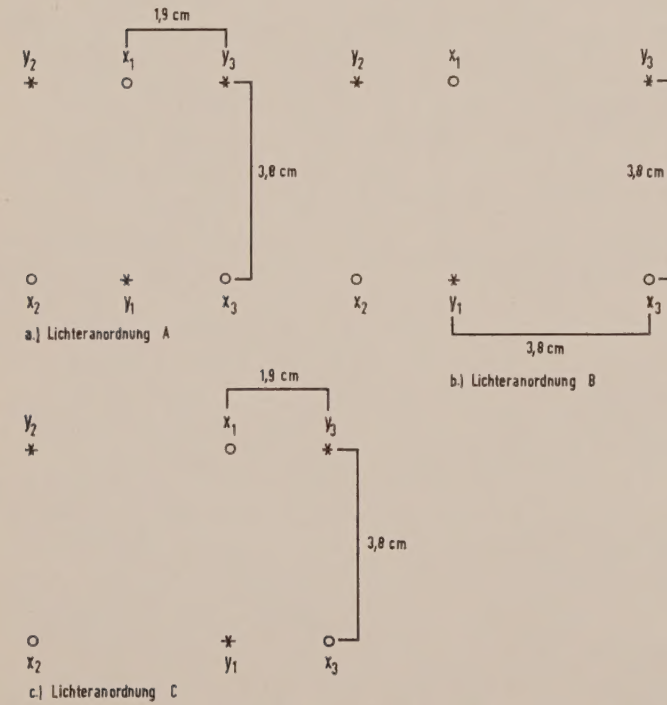


Abb. II. Abmessungen der verwendeten Lichteranordnungen.

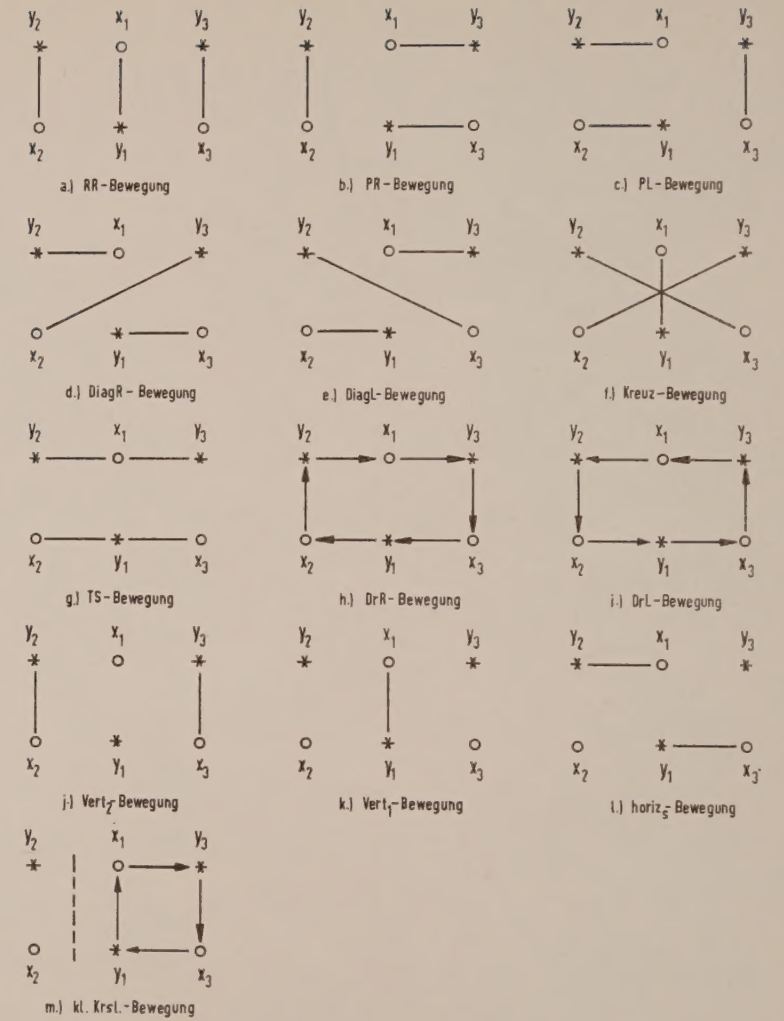


Abb. III. Die Bewegungsphänomene. — Striche symbolisieren Hin- und Her-Bewegungen zwischen zwei Positionen, Pfeile entsprechend gerichtete fortlaufende Bewegungen. Bei m) bedeutet die gestrichelte Linie, daß die Lichter  $y_2$  und  $x_2$  nicht in den Eindruck einbezogen wurden.

## Lebenslauf.

Ich wurde am 24. August 1931 in Wuppertal-Elberfeld geboren und besuchte von 1937 bis 1941 die Volksschule in Wuppertal-Vohwinkel, ab 1941 das dortige naturwissenschaftliche Gymnasium. 1943 wurde mein Vater nach Frankfurt am Main dienstverpflichtet, und wir siedelten nach Kronberg (Taunus) über, wo ich die städtische Oberschule besuchte. 1946 kehrten wir nach Wuppertal zurück. Ich wurde wieder auf dem naturwissenschaftlichen Gymnasium in Wuppertal-Vohwinkel eingeschult und legte 1951 die Reifeprüfung ab.

Ich studierte zunächst an der Universität des Saarlandes Philosophie (v. Brandenstein, Zimmermann), Psychologie (Boesch, Schmitt, Groffmann), Biologie (Koller, Rolshoven, Rudolph), Pädagogik (Derbolav), Germanistik (Quint, Pfeiffer) und Geschichte (Mohr). 1953 ließ ich mich mit Psychologie als Hauptfach an der Universität Bonn einschreiben und hörte bei Thomae, Rothacker, Gruhle, Moers, Scharmann, Drey-Fuchs und Roters. 1954 wechselte ich zur Universität Mainz und studierte dort Psychologie (Wellek, Mühle, Ewert) und Physiologie (Kreienberg).

Im Sommer 1955 kam ich nach Frankfurt am Main, heiratete dort und setzte das Studium mit Psychologie als Hauptfach fort. Meine Ausbildung in Psychologie erhielt ich vor allem unter der Leitung von Prof. Rausch, nahm jedoch auch an anderen psychologischen Lehrveranstaltungen teil (Roth, Schliebe, Süllwold). Außer Psychologie studierte ich hauptsächlich Anthropologie (Kramp, Fleischhacker, Harrasser) und Physiologie (Wezler). Daneben Philosophie (Horkheimer, Adorno), Mathematik (Franz, Sauer, Bauer), Statistik (Geppert, Gunzert, Hartwig) und Soziologie (v. Friedeburg, Becker).

Aus äußeren Gründen war ich gezwungen, das Studium mehrfach zu unterbrechen und auf verschiedenen Gebieten beruflich tätig zu sein.

1958 legte ich die Diplom-Vorprüfung, 1960 die Diplom-Hauptprüfung für Psychologen ab.

Im April 1959 übernahm ich eine Stelle als wissenschaftliche Hilfskraft am Frankfurter Psychologischen Institut, im Januar 1962 wurde mir dort die Verwaltung der Stelle eines wissenschaftlichen Assistenten übertragen.

Meine Dissertation entstand unter der Leitung von Prof. Rausch. Die Untersuchungen wurden 1961 begonnen.

FRIEDRICH HOETH